Qualité physico-chimique printanière des eaux de surface et des précipitations dans le secteur amont de la Rivière des Escoumins

D. Brouard , M. Lachance et C. Langlois

Direction de la Recherche sur les Pêches
Ministère des Pêches et des Océans
901 Cap Diamant, C.P. 15 500
Québec, (Québec) G1K 7Y7

Décembre 1983

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques No 1228

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Ces rapports contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution importante aux connaissances actuelles mais qui, pour une raison ou pour une autre, ne semblent pas appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Il n'y a aucune restriction quant au sujet, de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du Ministère des Pêches et des Océans, notamment gestion des pêches, techniques et développement, sciences océaniques et environnements aquatiques, au Canada.

Les Rapports techniques peuvent être considérés comme des publications complètes. Le titre exact paraîtra au haut du résumé de chaque rapport, qui sera publié dans la revue *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* et qui figurera dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1-456 de cette série ont été publiés à titre de Rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457-714, à titre de Rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715-924 ont été publiés à titre de Rapports techniques du Service des pêches et de la mer, Ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom de la série a été modifié à partir du numéro 925.

La page couverture porte le nom de l'établissement auteur où l'on peut se procurer les rapports sous couverture cartonnée.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

These reports contain scientific and technical information that represents an important contribution to existing knowledge but which for some reason may not be appropriate for primary scientific (i.e. *Journal*) publication. Technical Reports are directed primarily towards a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries management, technology and development, ocean sciences, and aquatic environments relevant to Canada.

Technical Reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report will be abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and will be indexed annually in the Department's index to scientific and technical publications.

Numbers 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Details on the availability of Technical Reports in hard copy may be obtained from the issuing establishment indicated on the front cover.

Rapport technique canadien des
sciences halieutiques et aquatiques
No 1228

Décembre 1983

QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE PRINTANIÈRE DES EAUX DE SURFACE ET DES PRÉCIPITATIONS DANS LE SECTEUR AMONT DE LA RIVIÈRE DES ESCOUMINS

par

D. Brouard[1], M. Lachance[2] et C. Langlois[3]

Direction de la recherche sur les pêches
Ministère des Pêches et des Océans
901 Cap Diamant, C.P. 15 500
QUÉBEC (Québec)
G1K 7Y7

---

1 Gilles Shooner Inc., 40 rue Racine, Lorettaville (Québec) G2B 1C6
2 INRS-Eau, Université du Québec, 2700 rue Einstein, Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7
3 Ministère des Pêches et des Océans, Direction de la Recherche, 901 Cap Diamant, Québec (Québec) G1K 7Y7

PRÉFACE

Le ministère des Pêches et des Océans, Direction de la Recherche, poursuit depuis 1981 un programme spécial de recherche sur les effets des précipitations acides sur le milieu aquatique au Québec. Ce rapport fait état des résultats obtenus dans le cadre d'un projet réalisé sur la rivière des Escoumins, sur la Côte-Nord du St-Laurent. La présente étude a été dirigée par M. Yvan Vigneault, chef de la section Habitat du poisson du ministère des Pêches et des Océans et elle a été réalisée par la firme Gilles Shooner Inc.

Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1983
No de catalogue Fs 97-6/1228 ISSN 0706-6570.

On devra référer comme suit à cette publication:

Brouard, D., M. Lachance et C. Langlois. 1983. Qualité physico-chimique printanière des eaux de surface et des précipitations dans le secteur amont de la rivière des Escoumins. Rapp. techn. can. sci. halieut. aquat. No 1228: vii + 39 p.

TABLE DES MATIÈRES

Page

LISTE DES TABLEAUX iv

LISTE DES FIGURES v

LISTE DES ANNEXES vi

RÉSUMÉ/ABSTRACT vii

1. INTRODUCTION 1

2. PROBLÉMATIQUE 1

3. DESCRIPTION DU TERRITOIRE 2

4. MÉTHODOLOGIE 4

5. RÉSULTATS ET DISCUSSION 5

5.1 Caractéristiques générales 5

5.1.1 Composition physico-chimique 5
5.1.2 Variabilité entre stations 8

5.2 Variation temporelle 11

5.2.1 Conditions météorologiques 11
5.2.2 Corrélations entre stations 11
5.2.3 Variations journalières 14
5.2.4 Évaluation régionale de l'ampleur du phénomène d'acidification 21

6. CONCLUSIONS 23

7. REMERCIEMENTS 26

8. RÉFÉRENCES CITÉES 26

ANNEXES 29

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
1.	Méthodes physico-chimiques utilisées pour l'analyse des eaux de surface et des précipitations provenant du secteur à l'étude (1982)	6
2.	Nombre d'échantillons (N), moyenne ($\overline{X}$), écart-type (S) ainsi que valeurs minimales et maximales observées pour quelques paramètres physico-chimiques mesurés dans les eaux de surface du bassin de la rivière des Escoumins (mars-avril 1982)	7
3.	Classement par ordre ascendant et groupement par le test de Scheffe des valeurs moyennes des paramètres mesurés à six stations localisées sur le bassin hydrographique de la rivière des Escoumins (1982)	10
4.	Coefficients de corrélation de Spearman calculés entre les stations pour les différents paramètres mesurés dans les eaux de surface de la rivière des Escoumins (mars, avril 1982)	13
5.	Qualité physico-chimique des précipitations recueillies à proximité du lac Boucher (rivière des Escoumins, 1982)	15
6.	Valeurs moyennes de quelques paramètres physico-chimiques mesurés à l'embouchure de cinq rivières à saumons de la Côte-Nord du Saint-Laurent au cours des mois de septembre et octobre 1982	24

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1.	Localisation des stations d'échantillonnage des eaux de surface au bassin supérieur de la rivière des Escoumins (1982)	3
2.	Débits journaliers de la rivière des Escoumins et diverses données météorologiques provenant de la station de Grandes-Bergeronnes pour les mois de mars et d'avril 1982	12
3.	Évolution temporelle des sulfates, des ions hydrogène et de l'alcalinité à la station 1 (sous-bassin de la rivière des Escoumins, 1982)	16
4.	Évolution temporelle des sulfates, des ions hydrogène et de l'alcalinité à la station 3 (sous-bassin de la rivière des Escoumins, 1982)	17
5.	Évolution temporelle des sulfates, des ions hydrogène et de l'alcalinité à la station 6 (rivière des Escoumins, 1982)	18
6.	Évolution temporelle du calcium et du magnésium à la station 3 (sous-bassin de la rivière des Escoumins, 1982)	19
7.	Évolution temporelle dans les concentrations d'aluminium total et soluble mesurées à la station 3, (sous-bassin de la rivière des Escoumins, 1982)	22

LISTE DES ANNEXES

Annexe		Page
1.	Résultats bruts concernant les eaux de surface recueillies à la station 1 (sous-bassin de la rivière des Escoumins, 1982)	31
2.	Résultats bruts concernant les eaux de surface recueillies à la station 2 (rivière des Escoumins, 1982)	32
3.	Résultats bruts concernant les eaux de surface recueillies à la station 3 (sous-bassin de la rivière des Escoumins, 1982)	33
4.	Résultats bruts concernant les eaux de surface recueillies à la station 4 (rivière des Escoumins, 1982)	34
5.	Résultats bruts concernant les eaux de surface recueillies à la station 5 (sous-bassin hydrographique de la rivière des Escoumins, 1982)	35
6.	Résultats bruts concernant les eaux de surface recueillies à la station 6 (rivière des Escoumins, 1982)	36
7.	Évolution temporelle des sulfates, des ions hydrogène et de l'alcalinité à la station 2 (rivière des Escoumins, 1982)	37
8.	Évolution temporelle des sulfates, des ions hydrogène et de l'alcalinité à la station 4 (rivière des Escoumins, 1982)	38
9.	Évolution temporelle des sulfates, des ions hydrogène et de l'alcalinité à la station 5 (sous-bassin de la rivière des Escoumins, 1982)	39

RÉSUMÉ

Brouard D., M. Lachance et C. Langlois. 1983. Qualité physico-chimique printanière des eaux de surface et des précipitations dans le secteur amont de la rivière des Escoumins. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No 1228: vii + 39 p.

Cette étude, effectuée au cours du printemps 1982, est une continuation des travaux entrepris en 1981, lesquels ont mis en évidence la haute sensibilité à l'acidification de quatre rivières à saumons de la Côte-Nord du Saint-Laurent. La présente étude permet de mieux préciser l'influence des conditions hydrométéorologiques printanières sur les variations journalières de la qualité physico-chimique des eaux dans le secteur amont de la rivière des Escoumins. Au cours des mois de mars et avril, des échantillons d'eaux de surface ont été prélevés journalièrement à trois stations localisées sur le tronçon principal de la rivière des Escoumins, ainsi qu'à trois stations situées sur des tributaires de faible superficie de drainage. L'analyse statistique des interrelations entre stations pour les paramètres chimiques mesurés (notamment les sulfates, l'alcalinité, le pH et l'aluminium), a montré que le phénomène de fonte printanière est apparent à toutes les stations quoiqu'à des niveaux différents. Les stations situées sur le tronçon principal de la rivière ont des comportements similaires, tandis que les tributaires qui possèdent un petit bassin de drainage sont sujets à des fluctuations beaucoup plus importantes dans la qualité de l'eau. De plus, ces conditions particulières qui prévalent sur les petits tributaires peuvent difficilement être extrapolés à partir de l'information recueillie sur le tronçon principal du même cours d'eau, car elles sont beaucoup plus reliées à des événements de nature épisodique associés à la fonte des neiges. Certaines conditions observées, notamment les fluctuations de pH, d'alcalinité et d'aluminium, laissent présager un risque potentiel à plus ou moins long terme pour les salmonidés, en particulier dans les tributaires de faible superficie de drainage.

ABSTRACT

Brouard D., M. Lachance, C. Langlois 1983. Qualité physico-chimique printanière des eaux de surface et des précipitations dans le secteur amont de la rivière des Escoumins. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No 1228: vii + 39 p.

This study, conducted in spring 1982, is the continuation of research undertaken in 1981, which has demonstrated the high level of sensitivity to acidification of four salmon rivers located on the St.Lawrence north shore. The present study has shown the influence of hydrometeorological conditions during spring snowmelt on the daily fluctuations in water quality of the upstream part of des Escoumins river. During March and April, runoff samples were collected each day at three stations located on the main section of the river and at three stations located on small watershed tributaries. A statistical analysis of the interrelations between stations for the chemical parameters measured (particularly sulfate, alkalinity, pH and aluminum) has shown that the snowmelt phenomenon is apparent at each station although at different levels. Stations located on the main section of the river show the same behaviour but the small tributaries draining small watersheds have much greater fluctuations in water quality. More over, these particular fluctuations, encountered on small tributaries, cannot be predicted easily from the information on the main part of the river; indeed these conditions are much more dependent on the episodic events associated with melting snow. The observed conditions, especially the fluctuations of pH, alkalinity and aluminium, might be a threat for the reproduction of salmon in the near future, particularly in small tributaries.

1. INTRODUCTION

Depuis 1981, plusieurs études relatives à la qualité physico-chimique des eaux de rivières à saumons de la Côte-Nord du Saint-Laurent ont été entreprises sous l'égide du ministère des Pêches et des Océans du Canada. Globalement, ces études visaient, dans le contexte général des précipitations acides, à évaluer l'ampleur du phénomène, de manière à effectuer des recommandations permettant une meilleure protection des stocks de salmonidés anadromes et de leurs habitats.

C'est ainsi que fut réalisée, en 1981, une étude sur la sensibilité à l'acidification de quatre rivières à saumons de la Côte-Nord du Saint-Laurent à savoir les rivières: Petit-Saguenay, Sainte-Marguerite Nord-Est, des Petits Escoumins et des Escoumins (Brouard et al., 1982). Cette recherche, qui visait à préciser la dynamique spatio-temporelle du phénomène de l'acidification dans ces rivières, a fait ressortir d'une part, l'existence de fluctuations saisonnières importantes de la qualité physico-chimique des eaux et d'autre part, l'importance critique des conditions hydrométéorologiques, principalement en période de fonte des neiges.

Pour marquer l'importance d'une recherche portant sur la qualité physico-chimique des eaux lors de la fonte printanière, une des recommandations de cette étude suggérait de poursuivre de façon intensive, au cours du printemps 1982, l'échantillonnage de la rivière des Escoumins dans un secteur sis plus en amont que celui déjà inventorié. C'est dans cette optique que le ministère des Pêches et des Océans du Canada acceptait, au printemps 1982, de mettre ce projet de l'avant et confiait le mandat à la firme Gilles Shooner Inc.

Cette recherche vise, dans le contexte général du problème des retombées acides, à faire ressortir, au cours du printemps, les variations journalières de la qualité physico-chimique des eaux à six stations localisées dans le cours supérieur de la rivière des Escoumins. Les renseignements recueillis permettront de comparer la qualité physico-chimique des eaux des tributaires de la rivière des Escoumins à celle du tronçon principal, permettant de mettre en évidence les changements dans la qualité physico-chimique des cours d'eau durant le dégel printanier.

2. PROBLÉMATIQUE

Les régions sensibles du bouclier canadien où s'accumulent d'importantes quantités de neige sont particulièrement sujettes, au printemps, à des problèmes d'acidification tout à fait particuliers (stress acide). Les principales modifications dans la qualité des eaux de surface, en période de fonte, sont alors reliées aux propriétés mêmes de la couche nivale, à sa composition chimique ainsi qu'au temps de contact entre l'eau de fonte et le sol. Les conditions météorologiques, le régime d'écoulement ainsi que les caractéristiques des sols sont également des facteurs qui sont considérés importants dans le processus d'acidification.

Au cours des périodes de fonte, des diminutions importantes de pH furent observées en Norvège (Skartvert et Gjessing, 1979; Johannessen et al., 1980), en Suède (Hultberg, 1977) et en Finlande (Haapala et al., 1975). Plus près de nous, en Ontario, Jeffries et al. (1979) ont également remarqué des diminutions importantes de pH de l'ordre de 0,2 à 1,1 unité, au cours du printemps, pour 14 petits tributaires de la région d'Haliburton-Muskoka. Il est en outre de plus en plus évident que la diminution de pH en période de fonte coïncide avec une augmentation des teneurs de certains métaux comme l'aluminium qui s'avère toxique, sous certaines formes, pour les poissons (Driscoll et al., 1980).

Signalons également que des observations provenant de la rivière des Escoumins (Brouard et al., 1982) indiquent que les valeurs de pH diminuent selon un gradient aval-amont, pouvant ainsi affecter les habitats à salmonidés, dans les portions supérieures des cours d'eau. En effet, pour des valeurs de pH dans la neige et la pluie se situant respectivement à 4,7 - 5,8 et à 3,8 - 4,6, au printemps, les eaux des portions inférieure et moyenne du bassin de la rivière des Escoumins ont des pH qui ne descendent guère au-dessous de 6,3 à cause d'une certaine capacité de neutralisation attribuable aux échanges cationiques des minéraux du bassin. Toutefois, il y a lieu de douter que les cours supérieurs des bassins situés dans cette partie du bouclier (Côte-Nord du Saint-Laurent) bénéficient tous de la même capacité de neutralisation.

Dans ces conditions, le développement de jeunes saumons risque d'être beaucoup plus affecté par les précipitations acides, dans la portion supérieure des bassins, qu'à leurs cours intermédiaire et inférieur, d'autant plus que les frayères se situent souvent dans les secteurs amont des cours d'eau et que la résistance des salmonidés aux pH acides s'affaiblirait avec la conductivité et la teneur en calcium du milieu (SNSF, 1980).

En période de fonte, la compréhension des processus d'acidification, dans les cours d'eau fréquentés par le saumon et l'omble de fontaine anadrome, est à la base de toute intervention visant à atténuer l'impact des retombées acides. Le résultat le plus évident est certainement celui de l'extinction des populations de saumons dans plusieurs rivières de la Nouvelle-Ecosse (Watt, 1981), de la Norvège (Jensen et Snekvik, 1972) et de la Suède (Almer et al., 1974). Malheureusement, il est bien souvent trop tard pour intervenir quand certains indices nous laissent croire que les populations sont sensiblement affectées.

La compréhension de la nature des phénomènes pouvant éventuellement affecter les stocks de salmonidés à un moment ou l'autre de leur cycle vital est d'autant plus importante que les recherches réalisées au Québec, jusqu'à ce jour, sur les écosystèmes fluviaux, sont très limitées et ne permettent pas de poser un diagnostic précis de la gravité de la situation.

3. DESCRIPTION DU TERRITOIRE

La zone à l'étude (figure 1) est située à la tête du bassin hydrographique de la rivière des Escoumins, laquelle est directement tributaire du fleuve Saint-Laurent. Au nord, le bassin de la rivière des Escoumins fait frontière avec le grand bassin du Saguenay, par le biais du versant Nord-Est de la rivière Sainte-Marguerite. Les sédiments de surface qu'on y retrouve sont en grande majorité d'origine glaciaire et fluvio-glaciaire. Le matériel morainique sous-glaciaire (till) forme une couverture dont la continuité et l'épaisseur varient selon la topographie. Du point de vue lithologique, le territoire est composé à 95% de gneiss charnockitique principalement constitué de quartz, d'orthopyroxène, de clinopyroxène et de grenat rouge (Laurin et Sharma, 1975). Shilts (1981) a qualifié cette région, par rapport aux précipitations acides, comme étant très sensible, car sa capacité de neutralisation attribuable aux échanges cationiques est très faible, en raison de la nature peu altérable du substrat rocheux.

Les superficies des bassins délimités par les stations d'échantillonnage des eaux de surface et leurs distances de l'embouchure sont les suivantes:

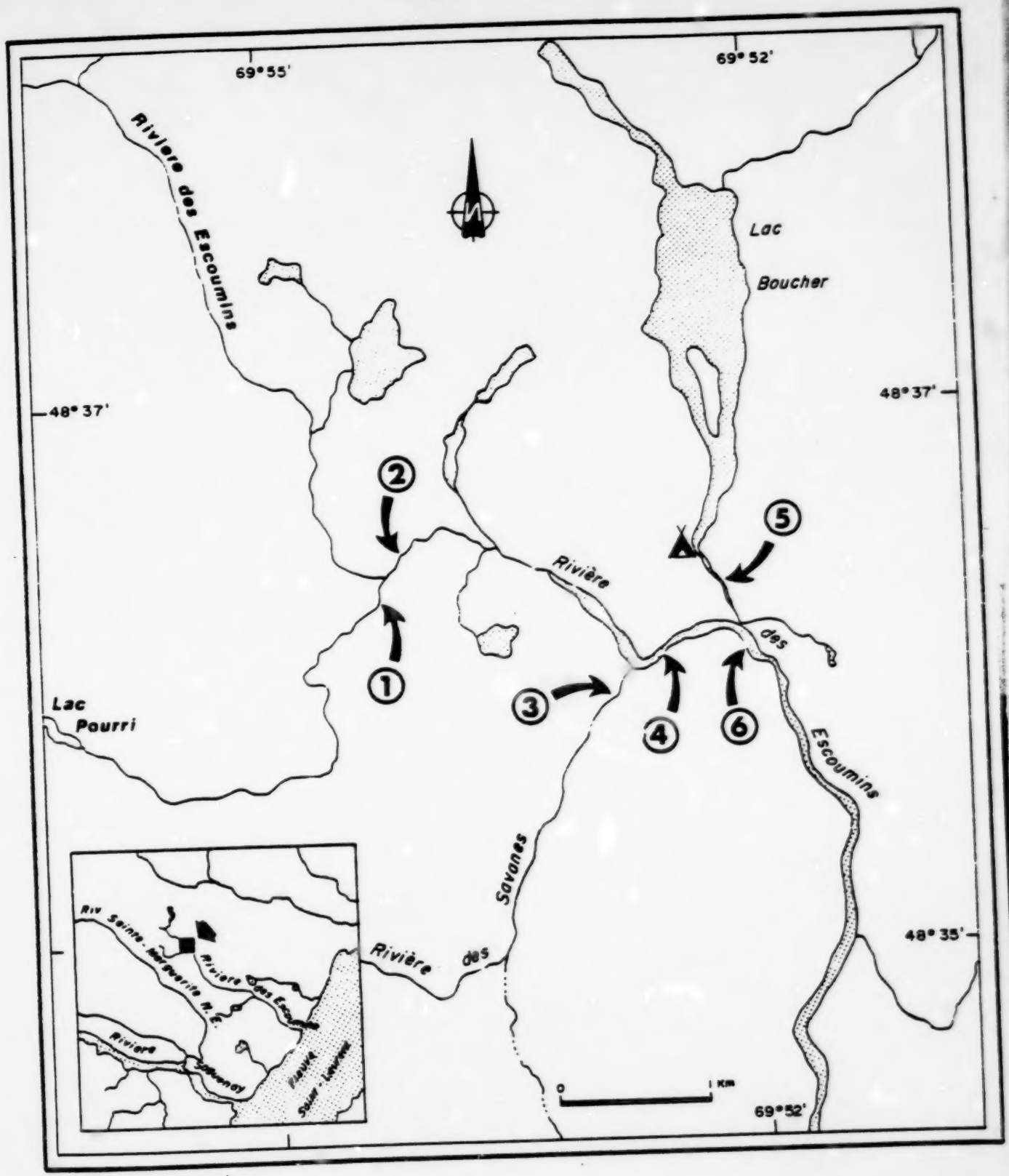


FIGURE 1. LOCALISATION DES STATIONS D'ECHANTILLONNAGE DES EAUX DE SURFACE AU BASSIN SUPERIEUR DE LA RIVIERE DES ESCOUMINS (1982).

	Stations					
	1	2	3	4	5	6
Superficie (km^2)	9,3	212,1	59,7	284,5	43,3	328,9
Distance de l'embouchure (km)	59,6	59,5	57,3	57,2	56,7	56,2

4. MÉTHODOLOGIE

La rivière des Escoumins a été choisie comme site expérimental en raison de certaines de ses caractéristiques. Identifiée comme un cours d'eau fréquenté par le saumon, elle est située dans une zone reconnue sensible aux retombées acides et représentative du bouclier canadien. Ajoutons que la présence d'une station limnimétrique à son embouchure fut également un atout important dans le choix de cette rivière.

Quant aux stations, elles ont été déterminées suite à l'interprétation de photos aériennes noir et blanc à l'échelle de 1:15 840. Une classification des tronçons de la rivière a ainsi été effectuée, en fonction de leur potentiel de fraie pour le saumon, et de critères tels que la morphologie du cours, le faciès d'écoulement et la granulométrie des matériaux constituant son lit. Les stations retenues offrent toutes un bon potentiel pour la fraie du saumon. On remarquera que les stations qui possèdent un chiffre impair (1, 3, 5) sont localisées sur des tributaires de la rivière des Escoumins (figure 1), alors que les autres stations (2, 4, 6) sont situées sur le tronçon principal, immédiatement en aval de la confluence de chacun de ces tributaires.

Afin de répondre aux objectifs de la présente étude, deux techniciens, temporairement basés au lac Boucher, ont procédé, entre le 25 mars et le 28 avril 1982, à des échantillonnages journaliers d'eaux de surface et sporadiques de neige au sol ou d'eau de pluie. À chacune des stations, les eaux de surface étaient recueillies dans des bouteilles de polyéthylène d'un litre. La neige au sol, prélevée au moyen d'un tuyau de matière plastique (10 cm de diamètre par 1 m de long) plongé verticalement de façon à obtenir un échantillon intégré de toute la colonne, était ensuite transférée dans des récipients de 4,5 litres de polypropylène. Quant à l'eau de pluie, elle était recueillie dans des contenants de deux litres, à l'aide d'un pluviomètre dont l'entonnoir (27 cm de diamètre) était situé à 2 m du sol.

Pour toutes les stations, certains paramètres (température, conductivité, pH, alcalinité, sulfates, couleur, turbidité) étaient mesurés dans un laboratoire temporaire installé au camp de base. Les autres paramètres (tableau 1) mesurés sur les échantillons prélevés à la station 3 ont été analysés au laboratoire de la firme Eco-Recherches de Pointe-Claire. En prévision des analyses à être effectuées à ce laboratoire, certaines manipulations ont dû être exécutées sur le terrain. Il en est ainsi de la filtration des échantillons devant servir à la détermination des concentrations, sous forme soluble, de certains métaux (Al, Cu, Fe), laquelle a été réalisée à l'aide d'un ensemble de filtration MILLIPORE (filtres de 0,45 µm de type HA). Les échantillons filtrés, de même que ceux destinés à l'analyse des métaux sous forme totale, ont été conservés à 4°C, après un ajout de 5 ml d'acide nitrique purifié ULTREX et expédiés par la suite au laboratoire de Pointe-Claire.

Les mesures physico-chimiques ont été faites dans les délais prescrits et selon les méthodes recommandées par EPA (1974) et APHA-WPCF (1975), lesquelles sont résumées au

tableau 1. Toutefois, pour la détermination de l'alcalinité totale, nous avons opté pour une méthode permettant de calculer la fonction de Gran à partir des mesures de pH et des volumes de titrant (HCl 0,01N) ajoutés (Kramer, 1980). A cet effet, un calculateur programmable H.P. 33 C a été utilisé sur le terrain, pour accélérer les calculs statistiques. Lors de ces déterminations, du $Na_2 CO_3$ a été utilisé comme standard, étant donné le faible pouvoir de neutralisation des eaux échantillonnées.

5. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats des échantillonnages réalisés en période de fonte sur la rivière des Escoumins sont présentés et interprétés en deux phases. Dans un premier temps, pour définir les caractéristiques physico-chimiques du milieu, nous présentons une étude de variabilité entre stations. Dans un deuxième temps, après avoir décrit les conditions hydrométéorologiques et établi les corrélations entre stations, nous traiterons des variations journalières des paramètres considérés les plus importants dans le phénomène d'acidification. Une attention particulière sera accordée aux valeurs critiques observées pour les principaux paramètres mesurés au début de la période de fonte des neiges.

5.1 Caractéristiques générales

Afin de mieux résumer l'information disponible, nous présentons au tableau 2 quelques statistiques descriptives (moyenne, écart-type) calculées pour chacun des paramètres physico-chimiques d'intérêt et ce, pour chacune des stations. Quant aux résultats détaillés des analyses physico-chimiques, ils sont présentés aux annexes 1 à 6.

L'examen des données présentées au tableau 2 montre qu'à la station 3, on dispose d'une gamme assez complète de paramètres, pour décrire de façon générale le type d'eau rencontré sur ce bassin. De plus, les valeurs obtenues pour les paramètres mesurés aux autres stations permettent d'évaluer plus justement la représentativité de la station 3 et ainsi de relier les caractéristiques physico-chimiques de certaines stations aux caractéristiques physiographiques et géologiques.

5.1.1 Composition physico-chimique

La composition physico-chimique moyenne des échantillons à la station 3 est typique des eaux drainant les régions du bouclier canadien. La conductivité, indicatrice de la teneur globale en ions, est faible (29 µS/cm en moyenne). Elle reflète la nature peu altérable des sols et des roches qu'on y retrouve, c'est-à-dire principalement des gneiss charnockitiques contenant en grande partie des alumino-silicates (13 à 19% d'Al_2O_3 et 56 à 72% de SiO_2) (Franconi et al., 1975).

Si on examine plus en détail les résultats d'analyses à la station 3, on constate que le calcium (122 µéq/L) et les bicarbonates (alcalinité = 132 µéq/L) sont les principaux ions. Mis à part le calcium représentant à lui seul environ 50% des cations, l'importance décroissante des autres cations s'établit comme suit:

$Mg^{+2} > Na^{+} > K^{+} > H^{+}$

Tableau 1: Méthodes physico-chimiques utilisées pour l'analyse des eaux de surface et des précipitations provenant du secteur à l'étude (1982).

Paramètre	Méthodologie	Type d'appareil	Unité de mesure	Limite de détection
pH	électrométrie	pH mètre METROHM (E588)	---	---
conductivité	électrométrie	YSI (33)	µS/cm	1,0 µS/cm
alcalinité	titrimétrie (méthode de Gran)	pH mètre ORION (407 A/F)	mg/L de $CaCO_3$	1 mg/L
sulfates	turbidimétrie (précipitation avec du Ba Cl_2)	H.F. DRT-15	mg/L	0,2 mg/L
couleur	comparaison visuelle	HELLIGE AQUA TESTER	Hazen	1 unité Hazen
turbidité	turbidimétrie	H.F. DRT-15	FTU	0,02 FTU
chlorures	titration au nitrate mercurique	--	mg/L	0,1 mg/L
nitrates	potentiométrie	ORION (801-A) avec électrode spécifique 93-07	mg/L	0,01 mg/L
Ca, K	digestion absorption atomique	Spectrophotomètre PERKIN-ELMER (403)	mg/L	10 µg/L
Na	"	"	mg/L	10 µg/L
Mg	"	"	mg/L	1 µg/L
Cu, Fe	digestion absorption atomique sans flamme	Spectrophotomètre PERKIN-ELMER (403) fournaise HGA 2100	µg/L	1 µg/L
Al	"	"	µg/L	3 µg/L
Mn	"	"	µg/L	0,2 µg/L

Tableau 2: Nombre d'échantillions (N), moyenne ($\bar{X}$), écart-type (S) ainsi que valeurs minimales et maximales observées pour quelques paramètres physico-chimiques mesurés dans les eaux de surface du bassin de la rivière des Escoumins (mars-avril 1982).

Paramètre	Station 1				Station 2				Station 3				Station 4				Station 5				Station 6			
	N	$\bar{X}$	S	(min-max)	N	$\bar{X}$	S	(min-max)	N	$\bar{X}$	S	(min-max)	N	$\bar{X}$	S	(min-max)	N	$\bar{X}$	S	(min-max)	N	$\bar{X}$	S	(min-max)
Turbidité (FTU)	30	1,93	0,32	1,40-2,50	30	0,61	0,19	0,22-0,94	36	0,80	0,34	0,28-1,80	36	0,94	0,52	0,34-2,8	36	0,48	0,19	0,10-0,86	36	0,56	0,20	0,16-0,96
Couleur (HAZEN)	30	51	5,5	40-60	30	33	3,7	25-40	36	24	6,3	20-40	35	36	5,4	20-50	36	41	3,0	35-50	36	36	4,6	25-40
Conductivité (µS/cm)	30	29	4,6	10-34	30	21	1,5	15-23	36	29	3,2	18-34	36	24	3,2	15-32	36	21	2,0	15-24	36	22	1,8	13-24
pH	30	6,3	0,2	5,9-6,5	30	6,5	0,7	6,4-6,7	36	6,5	0,20	6,1-6,8	35	6,5	0,17	5,9-6,7	36	6,4	0,11	6,0-6,5	36	6,5	0,14	5,9-6,7
Ca (µéq/L)	0	--	--	--	0	--	--	--	36	122	22,2	85-210	0	--	--	--	0	--	--	--	0	--	--	--
Mg (µéq/L)	0	--	--	--	0	--	--	--	36	58	6,0	47-69	0	--	--	--	0	--	--	--	0	--	--	--
Na (µéq/L)	0	--	--	--	0	--	--	--	36	32	8,0	18-50	0	--	--	--	0	--	--	--	0	--	--	--
K (µéq/L)	0	--	--	--	0	--	--	--	36	16	2,7	13-24	0	--	--	--		--	--	--		--	--	--
Alcalinité (µéq/L)	30	185	39,5	84-230	30	97	6,1	84-114	36	132	23,8	76-166	36	103	22,9	36-152	36	96	6,4	78-104	36	101	9,7	84-118
Sulfates (µéq/L)	30	64	17,9	40-110	30	53	10,4	31-77	36	72	13,4	48-102	36	67	14,3	40-104	36	48	8,8	31-71	36	52	9,2	27-73
Nitrates (µéq/L)	0	--	--	--	0	--	--	--	2	26	--	21-31	0	--	--	--	0	--	--	--	0	--	--	--
Chlorures (µéq/L)	0	--	--	--	0	--	--	--	2	19	--	17-21	0	--	--	--	0	--	--	--	0	--	--	--
Al total (µg/L)	0	--	--	--	0	--	--	--	36	156	66,0	20-340	0	--	--	--	0	--	--	--	0	--	--	--
Al soluble (µg/L)	0	--	--	--	0	--	--	--	36	99	39,8	13-243	0	--	--	--	0	--	--	--	0	--	--	--
Cu total (µg/L)	0	--	--	--	0	--	--	--	36	8,9	6,7	2,0-28,5	0	--	--	--	0	--	--	--	0	--	--	--
Cu soluble (µg/L)	0	--	--	--	0	--	--	--	36	2,1	3,1	2,0-8,2	0	--	--	--	0	--	--	--	0	--	--	--
Fe total (µg/L)	0	--	--	--	0	--	--	--	2	126	--	73-133	0	--	--	--	0	--	--	--	0	--	--	--
Fe soluble (µg/L)	0	--	--	--	0	--	--	--	2	68	--	64-119	0	--	--	--	0	--	--	--	0	--	--	--

Parmi les principaux anions, on retrouve les bicarbonates et les sulfates (72 µéq/L), respectivement d'origine édaphique et atmosphérique. Le rapport HCO_3^-/ SO_4^{-2} se situe autour de 1,8, ce qui se compare aux valeurs obtenues en 1981 pour les rivières Petit-Saguenay et des Petits Escoumins (Brouard et al., 1982). Quant aux autres paramètres mesurés à cette station: pH (6,5), turbidité (0,80 FTU), couleur (24 U.H.), leurs valeurs moyennes apparaissent normales et typiques des eaux du bouclier pré-cambrien.

En ce qui concerne les métaux présents dans les eaux de surface, il y en a trois qui présentent un intérêt tout à fait particulier dans le processus d'acidification: l'aluminium, le cuivre et le fer. Ces métaux furent analysés à la fois sur des échantillons filtrés et non filtrés afin de mieux pouvoir distinguer l'importance relative de leur forme soluble. L'aluminium, dont les valeurs moyennes pour les formes totales et solubles sont respectivement de 156 et 99 µéq/L, présente des teneurs élevées (valeur maximale de 340 µg/L) et comparables à celles rapportées par Brouard et al. (1982) à la station ES-1 de la rivière des Escoumins, au cours du printemps 1981. Rappelons que la mobilisation de l'aluminium du milieu édaphique vers le milieu aquatique est une conséquence importante de l'acidification d'un réseau hydrographique par les retombées acides (Baker et Schofield, 1980; Schindler et al., 1980).

Tel que mentionné pour l'aluminium, les eaux de ruissellement résultant des précipitations acides provoquent, par échange ionique, une libération des divers composés présents dans les sols. Ainsi en est-il des alumino-silicates, composés minéralogiques relativement abondants dans la région étudiée (voir plus haut). Ces composés occasionnent non seulement une libération de l'aluminium, mais aussi celle d'autres métaux comme le fer et le cuivre (Harvey et al., 1981). Les valeurs moyennes rapportées pour le cuivre (8,9 et 2,1 µg/L) et le fer (126 et 86 µg/L), respectivement pour les formes totales et solubles, sont comparables à celles rapportées par Brouard et al. (1982) dans la région des Escoumins. Rappelons qu'en conditions normales, les concentrations de fer ne dépassent guère 20 µg/L dans les eaux de surface du bouclier canadien (McNeely et al., 1980).

5.1.2 Variabilité entre stations

L'étude de la variabilité spatiale est faite en comparant, au moyen de l'analyse de variance à un critère, les valeurs moyennes des paramètres à toutes les stations. Le test de Scheffe (1959), appliqué à postériori, permet un regroupement des stations pour lesquelles les valeurs moyennes ne sont pas significativement différentes entre elles (au niveau de 5%).

L'application de l'analyse de variance (paramétrique) nécessite de vérifier d'une part que les observations sont distribuées normalement et d'autre part que les variances des populations sont égales. Il est également important de s'assurer que les observations sont indépendantes (effet de persistance ou redondance de l'information). On peut vérifier l'hypothèse de normalité des distributions en examinant les coefficients d'asymétrie (C_s) calculés pour chacun des paramètres mesurés aux six stations:

	STATIONS					
	1	2	3	4	5	6
Turbidité	0,26	-0,16	0,34	0,52	0,18	0,20
Couleur	0,08	0,15	1,40	-0,59	2,58	-1,15
Conductivité	-3,32	-1,85	-2,22	-0,13	-0,94	-3,49
H^+	1,29	0,20	1,48	-1,65	3,70	4,48
Alcalinité	-1,34	0,46	-0,71	-0,18	-0,18	-0,13
Sulfates	1,18	0,30	0,17	0,54	0,57	0,05

Des valeurs élevées du coefficient d'asymétrie ($|Cs|>2$) observées pour H^+ aux stations 5 et 6, pour la conductivité aux stations 1, 3 et 6 et pour la couleur à la station 5 indiquent que les valeurs observées des paramètres s'écartent parfois de la normalité. Cependant, cet écart à la normalité, s'il n'est pas trop extrême (ce qui apparaît être le cas ici), a peu d'influence sur les conclusions tirées de l'analyse de variance (B. Bobée, communication personnelle). En ce qui concerne l'égalité des variances, l'application du test de Bartlett-Box (Nie et al., 1975) a montré que dans presque tous les cas, cette hypothèse n'était pas respectée. En pratique cependant, lorsque les séries comparées sont de tailles semblables (ce qui est le cas ici), la non égalité des variances ne joue pas un rôle important (Netter et Wasserman, 1974).

L'indépendance des observations a été vérifiée en calculant le coefficient d'autocorrélation d'ordre 1 (r_1) pour chacun des paramètres mesurés aux six stations:

	STATIONS					
	1	2	3	4	5	6
Turbidité	0,53	0,58	0,50	0,38	0,56	0,64
Couleur	0,75	0,67	0,75	0,44	0,59	0,62
Conductivité	0,19	0,05	0,45	0,35	0,79	0,34
H^+	0,81	0,41	0,82	0,03	0,46	0,48
Alcalinité	0,82	0,14	0,87	0,30	0,17	0,51
Sulfates	0,83	0,53	0,53	0,43	0,66	0,25

Pour $N = 35$, r_1 est significativement différent de zéro au niveau de 5%. Les valeurs calculées de r_1 signifient que pour l'ensemble des paramètres, les observations journalières aux stations ne sont pas indépendantes, la valeur mesurée au temps t_2 étant conditionnée par la valeur obtenue au temps t_1. Cet effet de redondance de l'information a pour conséquence de réduire le nombre effectif d'observations et de diminuer par conséquent la puissance du test de comparaison des moyennes.

L'interprétation des conclusions de l'application de l'analyse de variance et du test de Scheffe est donc faite en tenant compte des conséquences éventuelles du non-respect de certaines hypothèses d'application. Cependant, afin d'améliorer la qualité de l'information obtenue de l'application de ces tests, l'analyse de variance et le test de Scheffe sont appliqués non seulement aux données de l'ensemble de la période d'étude, mais également aux données obtenues avant et après le 9 avril (tableau 3), date qui correspond approximativement au début de la fonte printanière (voir plus loin). Le fait de distinguer ces deux périodes permet d'éliminer un éventuel effet temporel qui peut masquer les différences spatiales.

De la comparaison entre les stations, les points suivants ressortent:

- Les moyennes significativement ($p<0,05$) les plus élevées pour la turbidité, la couleur, la conductivité, les ions hydrogène et l'alcalinité correspondent à la station 1 qui possède d'ailleurs le plus petit bassin hydrographique (9,34 km^2). En ce qui concerne les sulfates à cette station, les valeurs sont significativement plus élevées durant la seconde partie de la période d'échantillonnage, soit après le 9 avril.

- La station 3, qui correspond au sous-bassin de la rivière des Savanes (59,71 km^2), se comporte différemment. En effet, les valeurs y sont significativement plus faibles ($p<0,05$) pour la couleur et plus élevées pour la conductivité et les sulfates. Quant aux autres paramètres (turbidité, alcalinité, ions hydrogène), les valeurs sont plutôt élevées sauf pour l'ion hydrogène.

Tableau 3: Classement par ordre ascendant et groupement par le test de Scheffé[1] des valeurs moyennes des paramètres mesurés à six stations localisées sur le bassin hydrographique de la rivière des Escoumins (1982).

Paramètre	Période[2]	Groupes de stations
Turbidité	E	(5,6,2) (6,2,3) (3,4) (1)
	A	(5,6,2) (6,2,3) (3,4) (1)
	B	(5,6,2,3) (6,2,3,4) (1)
Couleur	E	(3) (2,4,6) (5) (1)
	A	(3) (2,6,4) (4,5) (1)
	B	(3) (2,4,6) (4,6,5) (1)
Conductivité	E	(2,5,6) (6,4) (3,1)
	A	(5,2,6) (2,6,4) (4,1,3)
	B	(2,5,6) (5,6,4) (3,1)
H+	E	(2,3,6,4,5) (1)
	A	(3,2,4,6,5,1)
	B	(2, 6, 4, 3, 5) (1)
Alcalinité	E	(5,2,6,4) (3) (1)
	A	(5,2,6) (2,6,4) (3) (1)
	B	(5,4,2,6) (2,6,3) (1)
Sulfates	E	(5,6,2) (2,1) (1,4,3)
	A	(5,6,2,1) (3,4)
	B	(5,6,2,4) (2,4,3) (4,3,1)

[1] Le test de Scheffé est appliqué au niveau de 5%.

[2] E: ensemble de la période;
A: du 24/03 au 9/04;
B: du 10/04 au 28/04.

- Les stations localisées sur le tronçon principal de la rivière des Escoumins (stations 2, 4 et 6) ont des valeurs moyennes semblables pour la couleur, la conductivité, les ions hydrogène et l'alcalinité. Cependant, la turbidité et les sulfates sont plus élevés à la station 4. Cette particularité pourrait s'expliquer dans le cas de la turbidité par des conditions hydrodynamiques différentes et pour les sulfates par une mauvaise représentativité de la station 4. En effet, les eaux de la rivière des Savanes, qui possèdent des teneurs élevées en sulfates, ne seraient pas complètement mélangées avec les eaux de la rivière des Escoumins au site d'échantillonnage retenu pour les fins de l'étude.

5.2 Variation temporelle

Dans cette section, après avoir décrit les conditions météorologiques qui ont prévalu pendant la campagne d'échantillonnage, nous examinerons les variations temporelles dans les concentrations des différents paramètres mesurés.

5.2.1 Conditions météorologiques

Les mesures journalières de la température de l'air, des précipitations et de la neige au sol, effectuées à la station de Grandes-Bergeronnes, ainsi que les valeurs journalières de débit enregistrées à l'embouchure de la rivière des Escoumins sont présentées à la figure 2. Bien que ces renseignements ne soient pas totalement représentatifs de notre aire d'étude, ils fournissent tout de même une bonne évaluation des conditions hydrométéorologiques qui prédominaient, pour les mois de mars et d'avril 1982, sur la rivière des Escoumins.

A l'examen de l'ensemble de ces conditions, on peut établir que la période de fonte a débuté approximativement le 10 avril. En effet, c'est à compter de cette date que la température de l'air s'est maintenue quotidiennement au-dessus du point de congélation. Ensuite, vers le 15 avril, le débit à l'embouchure a augmenté pour atteindre un premier plateau (causé vraisemblablement par un refroidissement de l'air), puis un pic d'importance le 28 avril (environ 46 m^3/s), date qui correspond à la fin de l'échantillonnage de ces eaux de surface. A cette période, il y avait encore une certaine quantité de neige au sol dans la partie supérieure du bassin versant de la rivière. En conséquence, l'échantillonnage ne permet de suivre que le début du phénomène de fonte, la crue maximale ayant été enregistrée les 10 et 11 mai 1982. Ajoutons cependant que les travaux de Johannessen et Henriksen (1978) ont montré que, parmi les contaminants accumulés dans la neige, 50 à 80% seraient libérés dans le premier 30% des eaux de fonte. Il en serait ainsi des nitrates, des sulfates et des ions hydrogène qui, au tout début de la fonte, ont des teneurs environ cinq fois plus élevées que les valeurs observées dans la neige au sol. Les modifications dans la qualité des eaux de surface en période de fonte seraient donc reliées essentiellement aux propriétés de la couche nivale (favorisant la migration des ions), à sa composition chimique ainsi qu'au temps de contact entre l'eau de fonte et le sol. A cela s'ajoutent les conditions météorologiques, le régime d'écoulement et les caractéristiques des sols.

5.2.2 Corrélations entre stations

Afin de faire ressortir les similitudes de comportement dans le temps, pour chacun des six paramètres physico-chimiques mesurés (turbidité, couleur, conductivité, ions hydrogène, alcalinité et sulfates), le coefficient de corrélation de Spearman (Kendall, 1962) a été calculé entre les paires de stations (Tableau 4). Ce coefficient non paramétrique a été choisi suite à l'analyse précédente (cf section 5.1.2), qui a révélé une asymétrie plutôt élevée pour certains paramètres. Le coefficient de corrélation paramétrique de Pearson donne généralement de

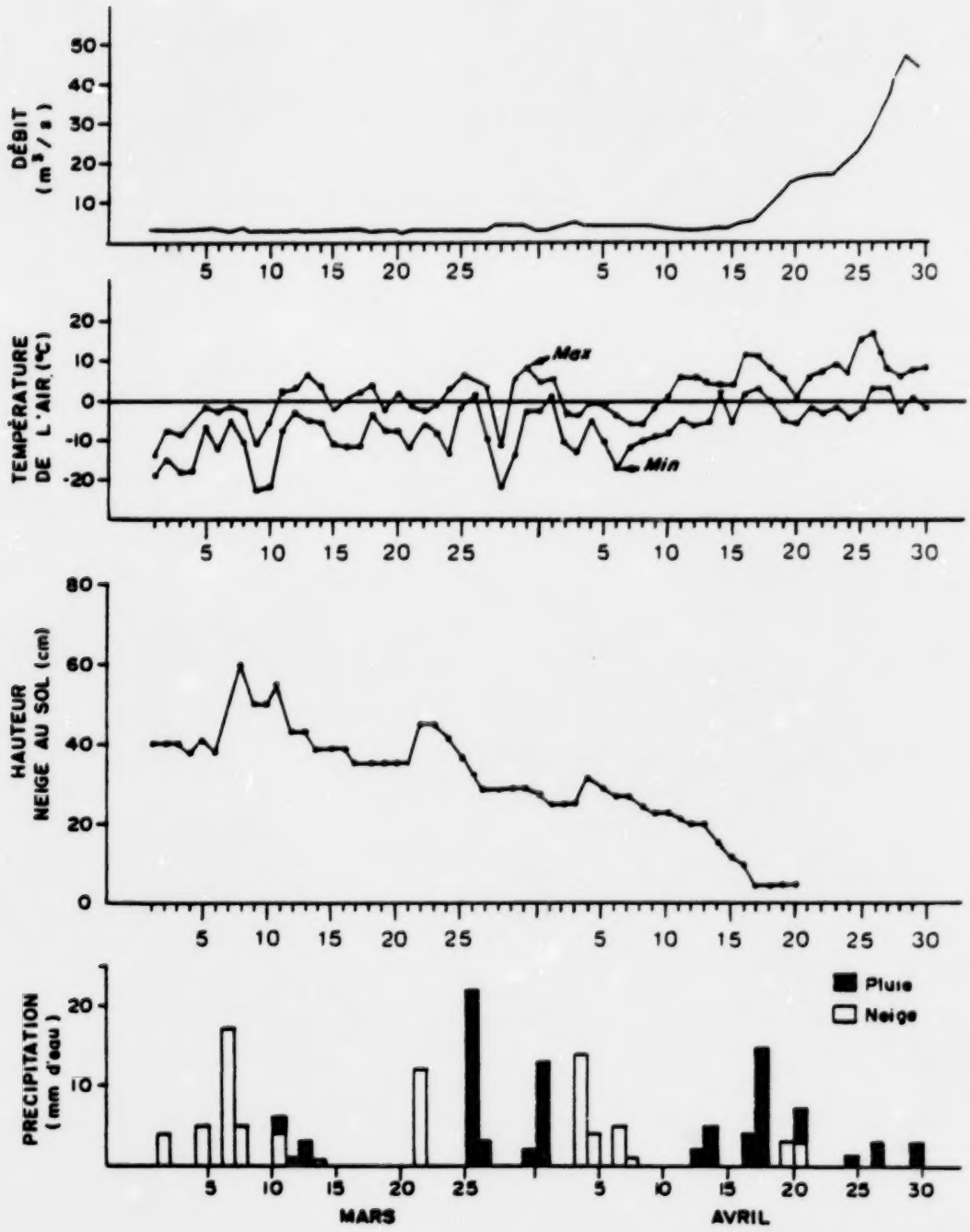


FIGURE 2. DEBITS JOURNALIERS DE LA RIVIERE DES ESCOUMINS ET DIVERSES DONNEES METEOROLOGIQUES PROVENANT DE LA STATION DE GRANDES-BERGERONNES POUR LES MOIS DE MARS ET D'AVRIL 1982.

Tableau 4: Coefficients de corrélation de Spearman calculés entre les stations pour les différents paramètres mesurés dans les eaux de surface de la rivière des Escoumins (mars, avril 1982).

TURBIDITE

2	.29				
3	-.07	.29**			
4	-.03	.29	.26		
5	.16	.63**	.71**	.44**	
6	.27	.81**	.63**	.18	.72**
	1	2	3	4	5

Stations

COULEUR

2	.08				
3	-.36*	.45**			
4	.16	.62**	.25		
5	.13	.55**	.22	.38*	
6	-.09	.55**	.76**	.36*	.30*
	1	2	3	4	5

CONDUCTIVITE

2	.30				
3	.40*	.18			
4	-.02	-.03	.40**		
5	.21	.06	.34*	-.19	
6	.17	.47**	.16	-.09	.48**
	1	2	3	4	5

H^+

2	.37*				
3	.60**	.66**			
4	.53**	.48**	.76**		
5	.41*	.74**	.83**	.74**	
6	.67**	.72**	.92**	.74**	.86**
	1	2	3	4	5

ALCALINITE

2	.52**				
3	.61**	.34*			
4	.54**	.44**	.76**		
5	.47**	.32*	.65**	.43**	
6	.53**	.37*	.67**	.61**	.71**
	1	2	3	4	5

SULFATES

2	.52**				
3	.22	.39*			
4	-.24	.05	.25		
5	.51**	.69**	.17	-.13	
6	.21	.41**	.26	-.12	.70**
	1	2	3	4	5

** significativement différent de zéro au niveau de 1%
* significativement différent de zéro au niveau de 5%

moins bons résultats lorsque les distributions s'écartent de la normalité.

L'analyse des interrelations entre les stations a fait ressortir les points suivants:

- toutes les stations sont corrélées entre elles en ce qui concerne l'alcalinité et les ions hydrogène, indiquant que le phénomène de fonte est apparent à toutes les stations;

- les stations situées sur le tronçon principal (stations 2, 4 et 6) sont corrélées entre elles pour la couleur, l'alcalinité et les ions hydrogène, tandis que la station 4 se comporte différemment pour la turbidité, la conductivité et les sulfates;

- parmi les stations situées sur les tributaires (stations 1, 3, et 5), la station 1 se distingue des autres, spécialement en ce qui a trait à la turbidité, la couleur et la conductivité.

5.2.3 Variations journalières

Dans cette section, nous examinerons plus en détail les variations des paramètres reliés au processus d'acidification des eaux de surface en insistant sur l'importance des apports atmosphériques et des conditions hydrologiques. Dans cette optique, les stations 1, 3 et 6 seront considérées plus particulièrement pour les raisons suivantes:

- la station 1, étant donné qu'elle se situe sur le plus petit bassin de drainage;

- la station 3 puisqu'elle fournit une gamme plus complète de paramètres physico-chimiques;

- la station 6 pour sa représentativité du tronçon principal de la rivière des Escoumins.

En période de fonte, sept prélèvements de neige au sol et deux échantillons de pluies furent récoltés pour la détermination du pH, de la conductivité et des sulfates (Tableau 5). On remarque que dans la neige au sol, les valeurs de pH sont plus élevées que dans la pluie (4,4 - 5,1 par rapport à 3,9 - 4,1). On observe également que les teneurs en sulfates sont en moyenne plus faibles dans la neige au sol (21 µéq/L) que dans la pluie (98 µéq/L). Ces différences observées concordent avec celles rapportées antérieurement par Brouard et al. (1982). Elles seraient attribuables, selon Johannessen et Henriksen (1978) à la migration des ions qui s'effectue lentement au cours de l'hiver et qui s'accentue tout particulièrement au tout début de la fonte des neiges.

En ce qui regarde les eaux de surface, les paramètres suivants seront considérés: sulfates, ions hydrogène, alcalinité, calcium et magnésium. Les figures 3, 4 et 5 montrent à cet égard l'évolution temporelle des sulfates, des ions hydrogène et de l'alcalinité pour les stations 1, 3 et 6, tandis que l'évolution temporelle du calcium et du magnésium à la station 3 est représentée à la figure 6. Par ailleurs, nous présentons, aux annexes 2, 4, 5, 7, 8 et 9, l'évolution des paramètres mesurés aux autres stations.

Sulfates

Si on examine l'évolution temporelle des sulfates dans les eaux de surface, on observe:

- des valeurs relativement constantes (27-73 µéq/L) dans le temps à la station 6 (Figure 5);

Tableau 5: Qualité physico-chimique des précipitations recueillies à proximité du lac Boucher (rivière des Escoumins, 1982).

Date	Neige au sol (N) ou Pluie (P)	Paramètre		
		pH	conductivité (µs/cm)	sulfates (µéq/L)
82-03-27	N	4,40	30,0	27
82-04-01	N	4,50	32,0	29
82-04-04	N	4,65	13,0	15
82-04-05	N	4,60	18,0	15
82-04-08	N	5,05	10,0	8
82-04-13	N	4,45	20,0	27
82-04-14	N	4,43	20,0	21
82-04-18	P	4,11	33,0	56
82-04-21	P	3,95	52,0	98

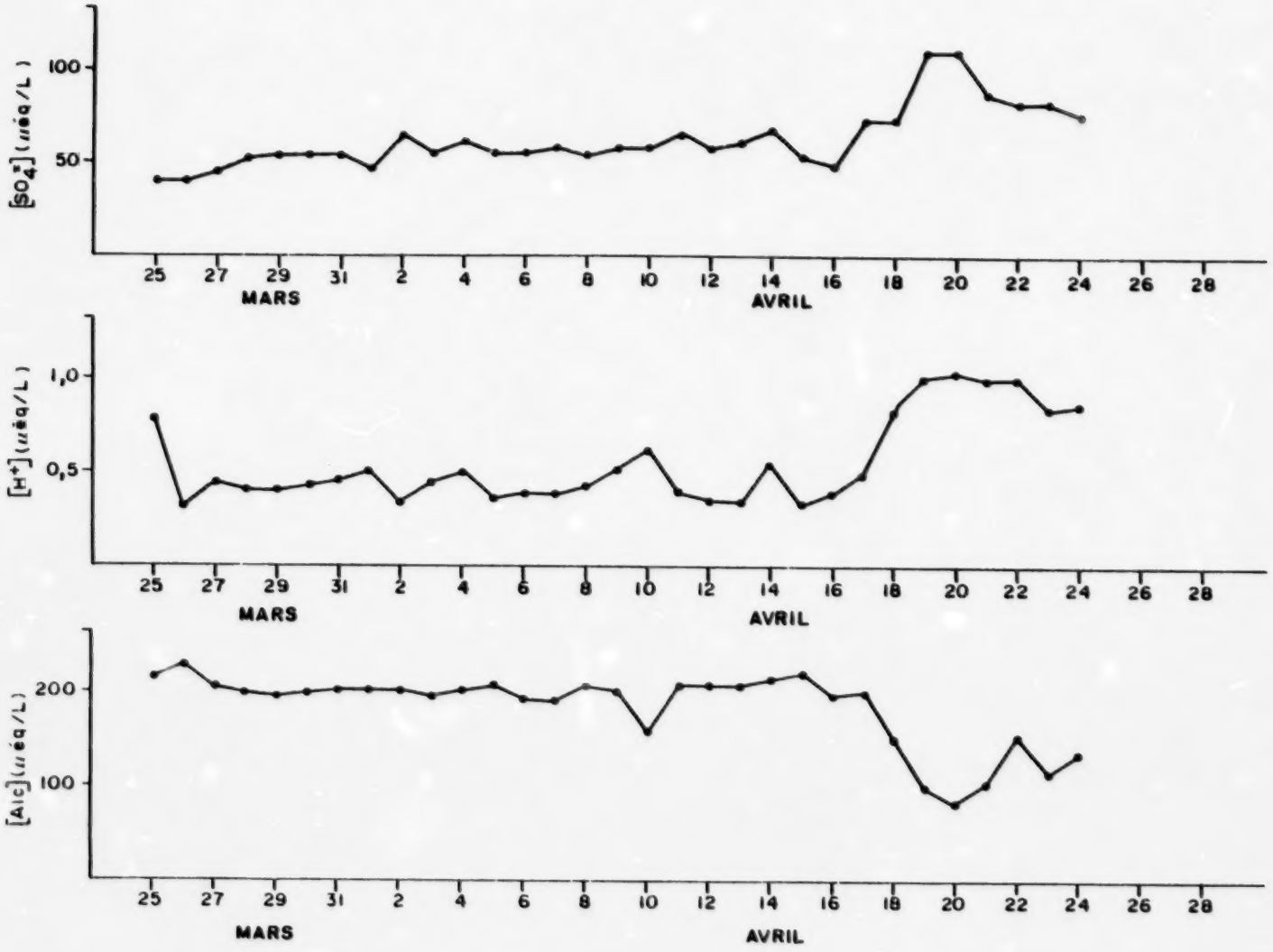


FIGURE 3. EVOLUTION TEMPORELLE DES SULFATES, DES IONS HYDROGENE ET DE L'ALCALINITE A LA STATION 1 (SOUS-BASSIN DE LA RIVIERE DES ESCOUMINS, 1982).

FIGURE 3. EVOLUTION TEMPORELLE DES SULFATES, DES IONS HYDROGENE ET DE L'ALCALINITE A LA STATION 1 (SOUS-BASSIN DE LA RIVIERE DES ESCOUMINS, 1982).

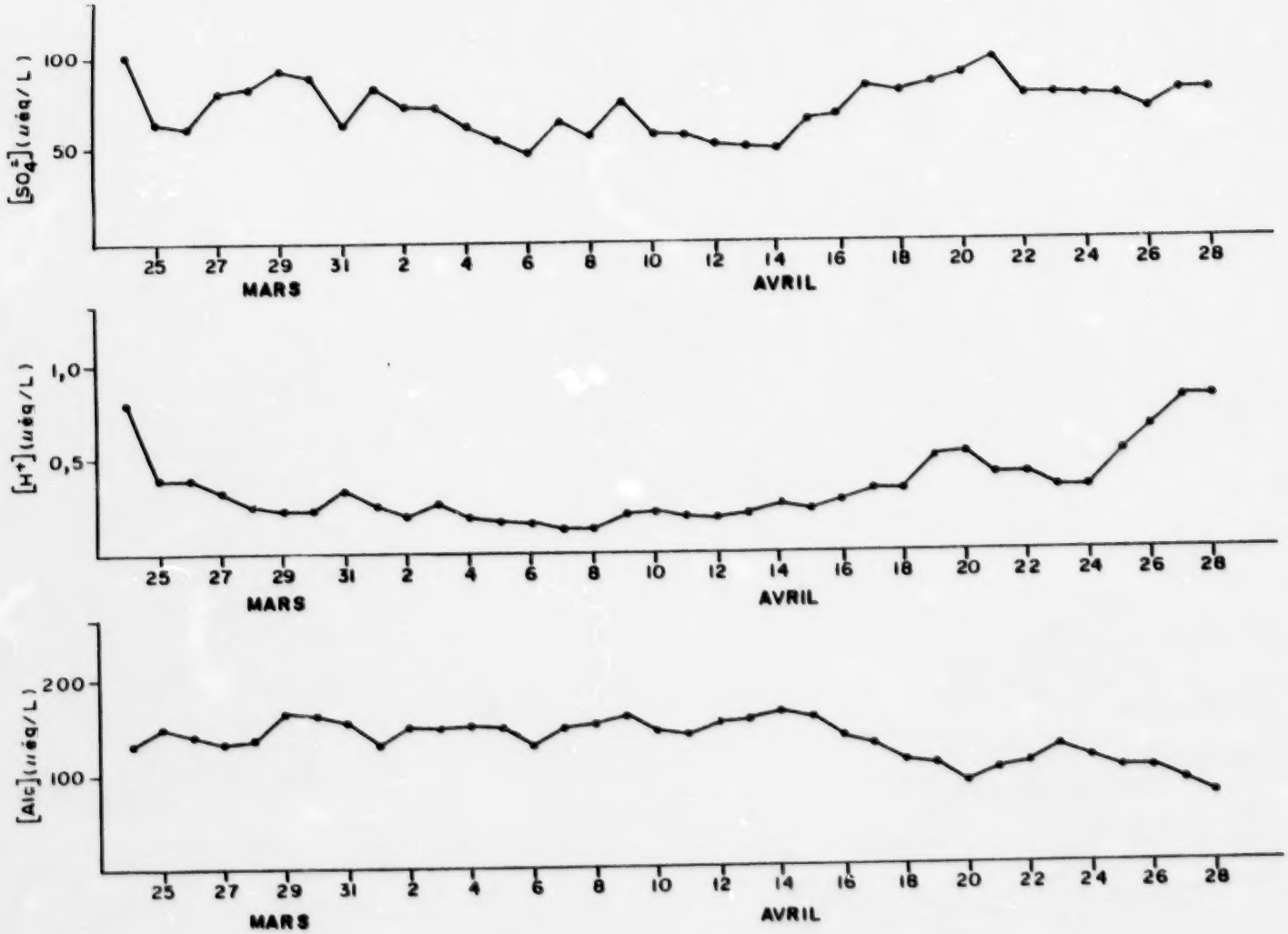


FIGURE 4. EVOLUTION TEMPORELLE DES SULFATES, DES IONS HYDROGENE ET DE L'ALCALINITE A LA STATION 3 (SOUS-BASSIN DE LA RIVIERE DES ESCOUMINS, 1982).

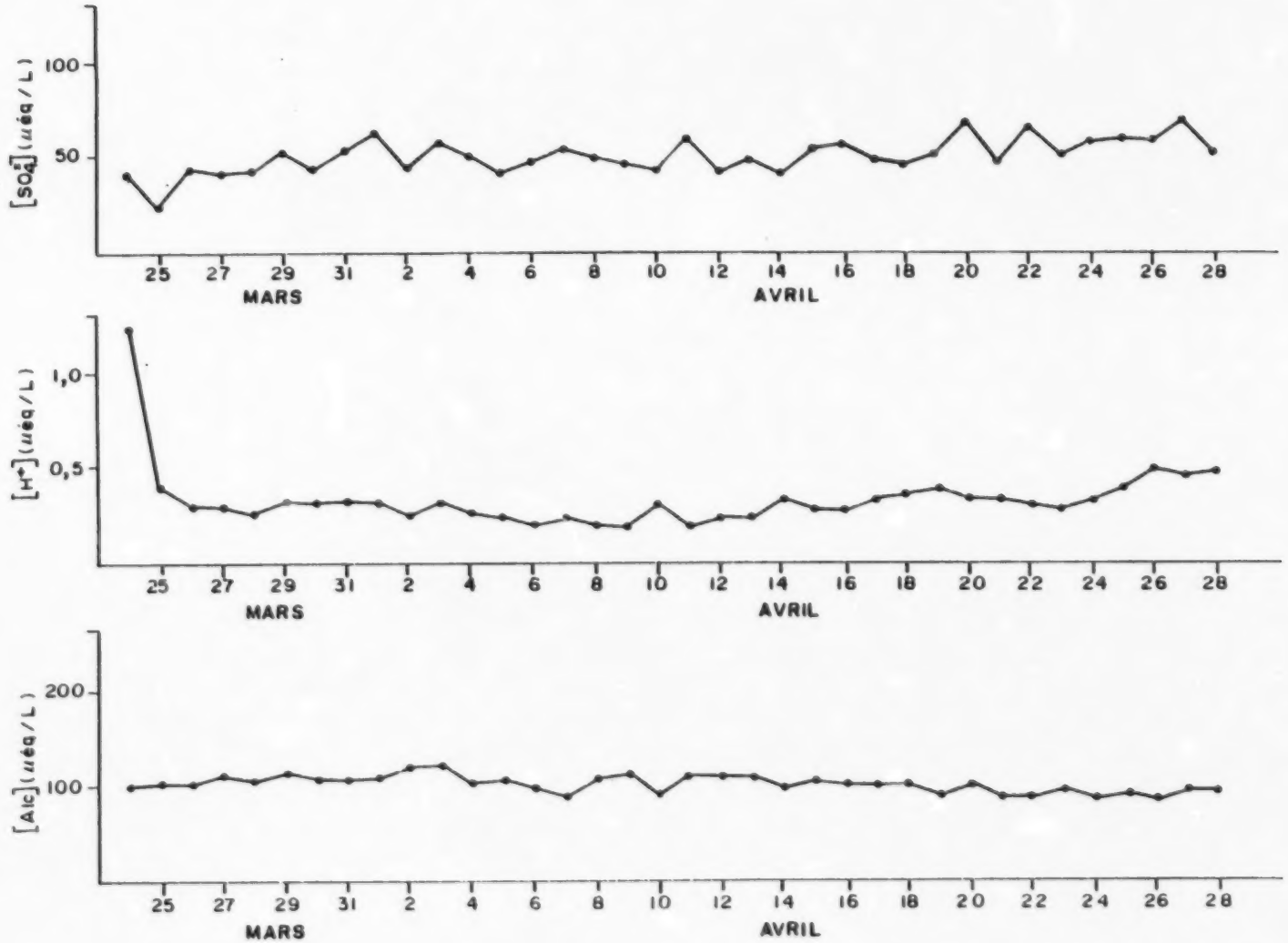


FIGURE 5. EVOLUTION TEMPORELLE DES SULFATES, DES IONS HYDROGENE ET DE L'ALCALINITE A LA STATION 6 (RIVIERE DES ESCOUMINS, 1982).

L'ALCALINITE A LA STATION 6 (RIVIERE DES ESCOUMINS, 1982).

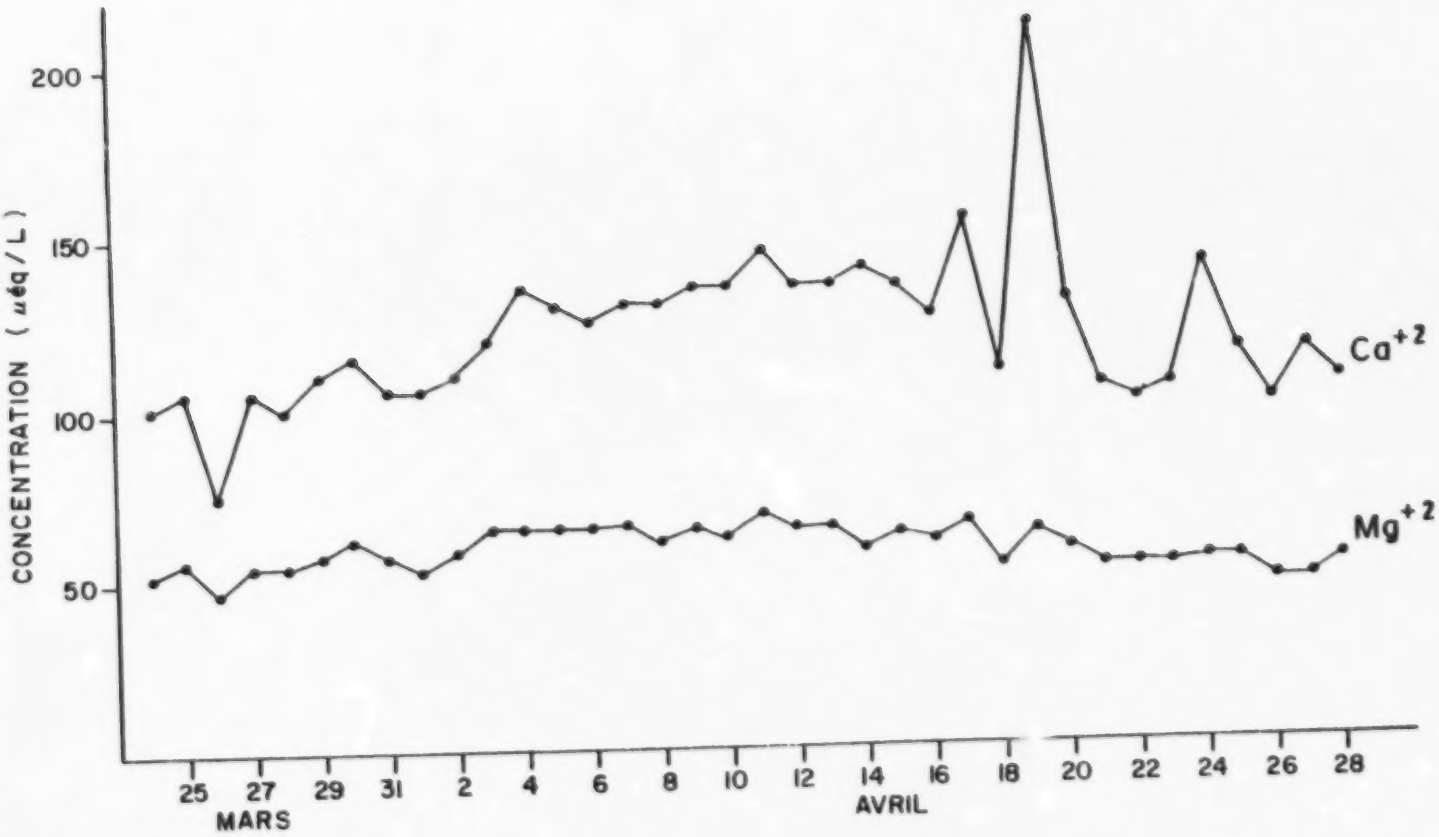


FIGURE 6. EVOLUTION TEMPORELLE DU CALCIUM ET DU MAGNESIUM A LA STATION 3 (SOUS-BASSIN DE LA RIVIERE DES ESCOUMINS, 1982).

- des écarts plus importants à la station 3 (Figure 4) où les valeurs mesurées à la fin de mars (80-100 µéq/L) diminuent par la suite entre le 10 et le 15 avril (50-60 µéq/L), pour augmenter de nouveau à 100 µéq/L le 21 avril;

- à la station 1, une très légère augmentation des sulfates (40 à 65 µéq/L) qui se produit du début de l'échantillonnage jusqu'au 14 avril. Après une diminution les 15 et 16 avril, les concentrations augmentent pour atteindre 110 µéq/L les 19 et 20 avril (Figure 3).

Ces variations observées pour les sulfates permettent de confirmer l'hypothèse voulant qu'il y ait migration des ions dans la neige au sol. De plus, nous avons mis en évidence que plus la superficie drainée est petite, plus les variations sont prononcées pour les sulfates.

Alcalinité

L'alcalinité peut être définie comme étant une mesure de la quantité d'ions hydrogène neutralisés par une eau avant que son pH ne dépasse le point d'équivalence. En conséquence, ce paramètre est un bon indicateur de la sensibilité à l'acidification d'une eau de surface par les précipitations.

La comparaison des niveaux moyens d'alcalinité à l'aide du test de Scheffe a fait ressortir des différences significatives entre les stations 1, 3 et 6 (Tableau 3), les valeurs moyennes pour l'alcalinité se situant respectivement à 185, 132 et 101 µéq/L pour ces stations. L'analyse des interrelations entre stations a révélé une certaine similitude dans l'évolution temporelle de ce facteur, les coefficients de corrélations pour 1-3, 1-6 et 3-6 étant respectivement égaux à 0,61, 0,53 et 0,67 (Tableau 4). Cependant, on remarque que les variations à la station 6 (localisée sur le tronçon principal de la rivière) sont beaucoup plus faibles qu'aux deux autres stations, le coefficient de variation (écart-type/moyenne) étant égal à 0,10 comparativement à 0,21 et 0,18 pour les stations 1 et 3. A ces deux stations, on observe, en période de fonte (entre le 15 et le 25 avril), une forte diminution de l'alcalinité suivie d'une légère augmentation. Cependant, la diminution observée à la station 1 est beaucoup plus accentuée; les valeurs s'échelonnant de 205 µéq/L le 17 avril à 84 µéq/L le 21 avril (Figure 3).

De façon générale, l'examen de l'évolution de l'alcalinité dans le temps révèle que les fluctuations en période de fonte sont plus importantes sur un bassin de faible superficie, comme celui représenté par la station 1 et ce, même si le niveau d'alcalinité initial (période hivernale) est plus élevé.

Ions hydrogène

L'évolution temporelle des concentrations en ions hydrogène suit un patron inverse de celui de l'alcalinité. Par conséquent, les plus fortes variations furent observées à la station 1 où l'alcalinité a le plus varié. A ce site, les concentrations en ions hydrogène passèrent de 0,33 µéq/L (pH = 6,48) le 15 avril à 1,26 µéq/L (pH = 5,90) le 20 avril; les teneurs demeurant par la suite élevées (0,85 à 1,7 µéq/L).

Cette diminution importante des valeurs de pH (environ 0,6 unité) signale le risque potentiel, pour l'ichtyofaune, que pourraient représenter les précipitations acides aux têtes des bassins plutôt qu'à leurs cours intermédiaires et inférieurs. Ce phénomène serait d'ailleurs accentué par le facteur suivant: la résistance des salmonidés aux pH acides s'affaiblit avec une diminution de la conductivité et de la teneur en calcium du milieu (SNSF, 1980), lesquelles diminuent d'aval vers amont dans la rivière des Escoumins (Brouard et al., 1982).

Calcium et magnésium

Des fluctuations importantes dans les concentrations de calcium furent observées à la station 3 (Figure 6) alors que le magnésium restait stable. Ces augmentations de calcium observées les 17 et 19 avril seraient attribuables aux échanges ioniques (processus d'altération) causés par une libération soudaine et importante des ions hydrogène contenus dans la couche nivale. Un phénomène semblable avait d'ailleurs déjà été observé par Brouard et al. (1982) sur la rivière Sainte-Marguerite.

Aluminium

Si on examine l'évolution temporelle de l'aluminium à la station 3 (Figure 7), on constate que les formes totales et solubles affichent des fluctuations importantes. On note entre autres une diminution générale entre le 25 mars et le 9 avril et par la suite une augmentation qui se poursuit jusqu'au 19 avril. On remarque aussi que la forme totale dépasse, dans 25% du temps, la valeur de 200 µg/L et que sa forme soluble excède 100 µg/L dans 36% des cas.

Il est difficile d'expliquer l'origine de ces variations puisque la spéciation locale de l'aluminium n'est pas encore connue. On sait cependant que la spéciation de ce métal n'est pas seulement fonction du pH, mais également de la nature et de la quantité d'anions ainsi que de la quantité de matière organique présente (Driscoll et al., 1980). La mesure de l'aluminium total que nous avons considérée dans cette étude pourrait bien surévaluer la toxicité potentielle de ce métal, puisqu'il perdrait une bonne partie de sa toxicité à des pH autour de 6,5, lorsque complexé à des composés organiques comme Al $(OH)_3$, Al $(OH)_2^+$ et Al $(OH)_4^-$. A pH 6,0, la forme inorganique Al^{+3} deviendrait cependant tout aussi importante que la forme Al $(OH)_4^-$ (Harvey et al., 1981). Or, c'est effectivement la forme labile de l'aluminium qui est toxique pour les poissons (Baker et Schofield, 1980).

Bien que certaines caractéristiques des eaux de surface étudiées (couleur, pH, présence probable d'anions organiques) indiquent que l'aluminium présent serait surtout sous forme non labile, les possibilités toxiques de ce métal sont cependant à craindre si les pH descendent en deçà de 6 unités, d'autant plus qu'il est maintenant évident que les concentrations élevées d'ions H^+ et d'aluminium inorganique, dans les eaux de surface, sont fortement corrélées entre elles (Wright et al., 1980, In Baker et Schofield, 1980).

5.2.4 Évaluation régionale de l'ampleur du phénomène d'acidification

L'impact des retombées acides sur quelques rivières à saumons de la Côte-Nord du Saint-Laurent a fait l'objet, depuis 1981, de plusieurs réflexions et évaluations. Suite à l'étude de quatre rivières de cette région du Québec, Brouard et al. (1982) ont démontré que trois d'entre elles (Sainte-Marguerite, des Petits Escoumins et des Escoumins) sont très sensibles aux retombées acides et montrent déjà des signes évidents d'affaiblissement du pouvoir de neutralisation de même que des dangers éco-toxicologiques certains reliés à ces phénomènes.

À l'examen des résultats apportés par la présente étude, il apparaît que les événements de nature épisodique associés à la fonte des neiges peuvent avoir des conséquences très sévères sur les populations, et ceci bien avant que les conditions physico-chimiques moyennes s'avèrent critiques. Les diminutions rapides et importantes du pH et de l'alcalinité, observées au secteur amont de la rivière des Escoumins, laissent présager une diminution du recrutement au sein des populations de jeunes saumons qui habitent les tributaires de faible superficie.

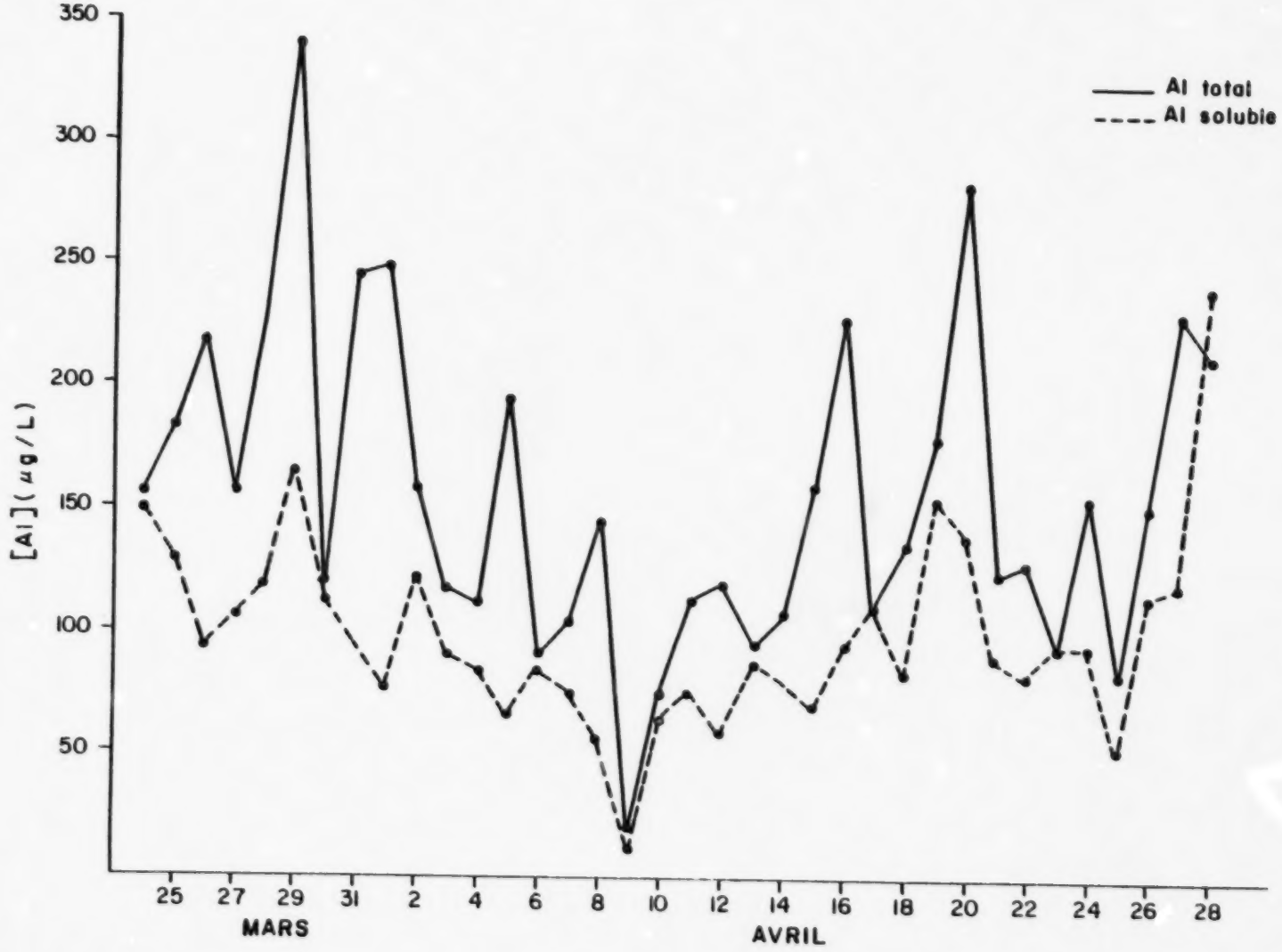


FIGURE 7. EVOLUTION TEMPORELLE DANS LES CONCENTRATIONS D'ALUMINIUM TOTAL ET SOLUBLE MESUREES A LA STATION 3 (SOUS-BASSIN DE LA RIVIERE DES ESCOUMINS, 1982).

D'autre part, certaines données préliminaires provenant d'échantillonnages périodiques de rivières à saumons de la Côte-Nord (Brouard, 1982) nous permettent d'extrapoler nos observations à l'ensemble des rivières à saumons de la Côte-Nord du Saint-Laurent. En effet, parmi les rivières échantillonnées au cours des mois de septembre et octobre 1982, la majorité des cours d'eau, et en particulier les rivières Gros Mécatina, Musquaro, de la Corneille et Matamec, montrent une sensibilité beaucoup plus élevée à l'acidification que la rivière des Escoumins si on se rapporte aux valeurs présentées au tableau 6.

On aurait donc toutes les raisons de croire que des variations épisodiques comme celles observées au secteur amont de la rivière des Escoumins se produisent également sur les autres rivières de la Côte-Nord. Dans ces conditions, le développement des oeufs et des alevins risque d'être beaucoup plus affecté par les précipitations acides dans les portions supérieures des bassins qu'à leurs cours intermédiaires et inférieurs.

6. CONCLUSIONS

Au plan physico-chimique, les relevés réalisés au cours du printemps 1982, sur différents sous-bassins de la rivière des Escoumins ainsi que sur son cours principal, ont mis en évidence plusieurs éléments qui sont explicités ci-dessous.

Caractéristiques générales

- Les concentrations mesurées dans la pluie pour les sulfates (56 et 98 µéq/L) ainsi que les valeurs obtenues pour le pH (3,9 et 4,1) permettent de confirmer que le territoire à l'étude est soumis aux retombées acides;

- Les valeurs mesurées, dans les eaux de surface, pour la conductivité (10-34 µS/cm), le calcium (85-210 µéq/L) et l'alcalinité (36-166 µéq/L) sur l'ensemble du territoire à l'étude montrent que ce territoire est représentatif des eaux drainant les régions du bouclier canadien et est, en conséquence, particulièrement sensible aux retombées acides;

- Parmi les principaux anions, on retrouve les bicarbonates et les sulfates (31-110 µéq/L). Le rapport HCO_3^-/SO_4^{-2} se situe autour de 1,8, ce qui se compare aux valeurs obtenues en 1981 pour les rivières Petit-Saguenay et des Petits Escoumins. De plus, mis à part le calcium, qui représente à lui seul environ 50% des cations, on retrouve les autres cations dans l'ordre décroissant suivant: $Mg^{+2} > Na^+ > K^+ > H^+$;

- En ce qui concerne les métaux analysés (Al, Cu, Fe), c'est l'aluminium qui présente les valeurs les plus élevées quant à la forme totale (20-340 µg/L) et soluble (13-243 µg/L).

Variabilité entre stations

Les comparaisons statistiques réalisées à l'aide du test de Scheffe ont montré que:

- les stations localisées sur le cours principal de la rivière des Escoumins (2, 4 et 6) ont des comportements similaires pour la couleur, la conductivité, les ions hydrogène et l'alcalinité;

- les moyennes significativement les plus élevées pour la turbidité, la couleur, la conductivité, les ions hydrogène et l'alcalinité correspondent à la station 1 qui représente le plus petit bassin hydrographique.

Tableau 6: Valeurs moyennes de quelques paramètres physico-chimiques mesurés à l'embouchure de cinq rivières à saumons de la Côte-Nord du Saint-Laurent au cours des mois de septembre et octobre 1982.

Rivière	Conductivité (µs/cm)	pH	Alcalinité (µéq/L)	Calcium (µéq/L)
Gros Mécatina	30	5,9	16	35,8
Musquaro	20	5,8	29,1	38,5
De la Corneille	20	5,6	37,4	35,5
Matamec	15	5,5	43,7	52,3
Des Escoumins	25	6,5	114	154,5

Source: Brouard (1982)

Variations temporelles

L'analyse des interrelations entre stations, selon le coefficient de corrélation non paramétrique de Spearman, a fait ressortir les points suivants:

- toutes les stations sont corrélées entre elles pour l'alcalinité et les ions hydrogène, ce qui indique que le phénomène de fonte à l'origine des variations de ces paramètres est apparent à toutes les stations;

- les stations situées sur le tronçon principal de la rivière des Escoumins (2, 4 et 6) sont corrélées entre elles pour la couleur, l'alcalinité et les ions hydrogène, tandis que la station 4 se comporte différemment pour la turbidité, la conductivité et les sulfates, vraisemblablement à cause d'un biais occasionné par un mauvais mélange des eaux de surface, à cette station, en période de fonte;

- parmi les stations situées sur les tributaires, la station 1 se comporte différemment des autres, en particulier pour la turbidité, la couleur et la conductivité.

L'étude des variations journalières des paramètres reliés à l'acidification révèle que:

- les valeurs de sulfates sont relativement constantes dans le temps sur le tronçon principal (station 6) comparativement aux stations 1 et 3 localisées sur les sous-bassins, où les écarts sont plus importants;

- les variations dans les mesures d'alcalinité sont beaucoup plus faibles à la station 6 qu'aux stations 1 et 3, la diminution de ces valeurs étant beaucoup plus accentuée à la station 1 (valeurs d'alcalinité passant de 204 µéq/L à 84 µéq/L en l'espace de quelques jours);

- les plus fortes variations observées pour l'ion hydrogène furent également observées à la station 1. A ce site, les pH passèrent de 6,5 à 5,9, du 23 au 28 avril;

- les teneurs en aluminium sous forme totale dépassent, dans 25% du temps, la valeur de 200 µg/L, alors que dans 36% des cas, elles excèdent 100 µg/L sous forme soluble. Il est cependant difficile d'extrapoler sur ces valeurs étant donné la rareté de l'information sur la spéciation de ce métal. Cependant, à des pH se situant en deçà de 6,0, on a de bonnes raisons de croire que l'aluminium pourrait surtout se trouver sous sa forme non-labile, reconnue comme étant plus toxique pour les poissons (Driscoll et al., 1980).

En définitive, il appert, à la suite de cette étude, que:

- les stations situées sur le tronçon principal de la rivière des Escoumins ont des comportements similaires;

- les tributaires qui possèdent un petit bassin de drainage sont sujets à des fluctuations beaucoup plus importantes dans la qualité de l'eau en période de fonte;

- les conditions qui prévalent, au printemps, sur de petits tributaires, où sont souvent localisées les frayères, ne peuvent être extrapolées à partir d'informations recueillies sur le tronçon principal du même cours d'eau;

- certaines conditions observées au cours du printemps 1982, notamment les fluctuations importantes de quelques paramètres physico-chimiques (pH, alcalinité, aluminium) laissent présager un risque potentiel à plus ou moins long terme pour les salmonidés, en particulier dans les tributaires de faible superficie. De plus, il appert, suite à l'acquisition de nouvelles connaissances concernant le statut physico-chimique de plusieurs embouchures de rivières à saumons de la Côte-Nord, que les conditions observées sur la rivière des Escoumins pourraient devenir critiques sur d'autres rivières à saumons. Ceci est d'autant plus évident que plusieurs cours d'eau fréquentés par le saumon atlantique démontrent une sensibilité plus élevée à l'acidification que la rivière des Escoumins. Dans ces conditions, les événements de nature épisodique associés à la fonte des neiges peuvent avoir des conséquences très sévères sur le développement des oeufs et des alevins à la tête de ces bassins hydrographiques, et ceci bien avant que les conditions physico-chimiques moyennes s'avèrent critiques.

7. REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Messieurs Yvan Vigneault et Louis Désilets, respectivement responsables des liaisons scientifique et technique entre le ministère des Pêches et des Océans et la firme Gilles Shooner inc. durant la réalisation des travaux.

Nos remerciements s'adressent également à Monsieur Lester Foley, chimiste qui a procédé à l'analyse des échantillons pour la firme Eco-Recherches inc.

Ce travail a également été rendu possible grâce à la participation de Messieurs Michel Beaulieu et Jacques Leclerc, techniciens à l'emploi de la firme Gilles Shooner inc. qui ont procédé aux échantillonnages.

8. RÉFÉRENCES CITÉES

ALMER, B., W. DICKSON, C. EKSTROM, E. HORNSTROM et V. MILLER, 1974. Effects of acidification on Swedish lakes. Ambio., 3: 30-36.

APHA - WPCF (American Public Health Association and Water Pollution Control Federation), 1975. Standard methods for the examination of water and waste water. 14th ed., American Public Health Association, Washington, D.C., 874 p.

BAKER, J.P. et C.L. SCHOFIELD, 1980. Aluminium toxicity to fish as related to acid precipitation and Adirondack surface water quality. p. 292-293. Dans: Drablos, D. et A. Tollan (eds), Ecological impact of acid precipitation. SNSF - project. Sandefjord, Norway, 383 p.

BOBÉE, B. 1983. Communication personnelle INRS-Eau, Québec.

BROUARD, D., 1982. Echantillonnage périodique de rivières à saumons de la Côte-Nord du Saint-Laurent (1982-1983). Rapport d'étapes 1 et 2 présentés par Gilles Shooner inc. au ministère des Pêches et Océans du Canada, 12 p.

BROUARD, D., M. LACHANCE, G. SHOONER et R. VAN COILLIE, 1982. Sensibilité à l'acidificaton de quatre rivières à saumons de la Côte-Nord du Saint-Laurent (Québec). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., 1109 F: V + 56 p.

DICKSON, W., 1978. Some effects of the acidification of Swedish lakes. Verh. Internat. Verein. Limnol., 20: 851-856.

DRISCOLL, C.T. Jr., J.P. BAKER, J.J. Jr. BISOGNI et C.L. SCHOFIELD, 1980. Aluminium speciation in dilute acidified waters and its effects on fish. Nature (London), 284: 161-164.

EPA (Environmental Protection Agency), 1974. Methods for chemical analysis of water and wastes. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 537 p.

FRANCONI, A., K.N.M. SHERMA et A.F. LAURIN, 1975. Région des rivières Betsiamites et Moisie. Ministère des Richesses naturelles du Québec. Rapport géologique, 162: 49 p.

HAAPALA, H., P. SEPPONEN et E. MESKUS, 1975. Effect of spring floods on water acidity in Kiiminkijoki area, Finland. Oikos, 26: 26-31.

HARVEY, H.H., R.C. PIERCE, P.J. DILLON, J.R. KRAMER et D.M. WHELPDALE, 1981. Acidification in the canadian aquatic environment: scientific criteria for assessing the effects of acidic deposition on aquatic ecosystems. National Research Council of Canada, NRCC no 18475, 369 p.

HULTBERG, H., 1977. Thermally stratified acid water in late winter - a key factor including self-accelerating processes which increase acidification. Water Air Soil Pollut., 7: 279-294.

JEFFRIES, D.S., C.M. COX et P.J. DILLON, 1979. Depression of pH in lakes in central Ontario during snowmelt. J. Fish. Res. Board Can., 36: 640-646.

JENSEN, K.W. et E. SNEKVIK, 1972. Low pH levels wipe out salmon and trout populations in southern Norway. Ambio, 1: 223-225.

JOHANNESSEN, M. et A. HENRIKSEN, 1978. Chemistry of snowmelt water: changes in concentration during melting. Water Resour. Res., 14: 615-619.

JOHANNESSEN, M., A. SKARTVERT et R.F. WRIGHT, 1980. Streamwater chemistry before, during and after snowmelt. p. 224-225. Dans: Drablos D. et A. Tollans (eds), Ecological impact of acid precipitation. SNSF - project, Sandefjord, Norway, 383 p.

KENDALL, M.G., 1962. Rank correlation methods. 3rd ed, London, Chas. Griffin, 243p.

KRAMER, J.R., 1980. Precise determination of low alcalinities using the modified Gran analysis. Environmental Geochemistry Report no 1980/1, McMaster University, Hamilton, Ontario.

LAURIN, A.F. et K.N.M. SHARMA, 1975. Région des rivières Mistassini, Péribonka et Saguenay. Ministère des Richesses naturelles du Québec, Rapport géologique no 161, 89 p.

McNEELY, R.N., V.P. NEIMANIS et L. DWYER, 1980. Guide des paramètres de la qualité des eaux. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, rapport interne, 79 p.

NETTER, R. et WASSERMAN, J., 1974. Applied linear statistical models. Irwin.

NIE, N.H., C.H. HULL, J.G. JENKINS, K. STEINBRENNER et D.H. BENT, 1975. Statistical package for the social sciences, 2e edition, McGraw Hill.

SCHEFFE, H.A., 1959. Analysis of variance. New York, Wiley, 315 p.

SCHINDLER, D.W., R. WAGEMANN, R.B. COOK, T. RUSZCZYNSKI et J. PROKOPOWICH, 1980. Experimental acidification of lake 223, Experimental Lakes Area: background data and the first three years of acidification. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 37: 342-354.

SHILTS, W.W., 1981. Sensibilité de la roche en place aux précipitations acides et modifications dues aux phénomènes glaciaires. Commission géologique du Canada, Etude 81-14, 7p., 3 cartes.

SKARTVERT, A. et Y.T. GJESSING, 1979. Chemical budgets and chemical quality of snow and runoff during spring snowmelt. Nordic Hydrol., 10: 141-154.

SNSF - project, 1980. Acid precipitation: effects on forest and fish. Final report of the SNSF - project, 1972-1980 in Overrein, L.N., H.M. Seip et A. Tollan (eds), Sandefjord, Norway, R. 19/80, 175 p.

WATT, W.D., 1981. Present and potentiel effects of acid precipitation on the Atlantic salmon in eastern Canada. Proc. Int. Conf. on Acid Rain and the Atlantic Salmon. International Atlantic Salmon Foundation, Special publication, 10: 39-45.

ANNEXES

Note

Les concentrations des divers paramètres que l'on retrouve aux annexes 1 à 6 sont exprimées selon les unités suivantes:

Paramètre	Unité de mesure
Turbidité	FTU
Couleur	HAZEN
Conductivité	µS/cm
H, Ca, Mg, Na, K, Alcalinité et SO_4	µéq/L
Al total, Al soluble, Cu total, Cu soluble, Fer total, Fer soluble	µg/L

Annexe 1. Résultats bruts concernant les eaux de surface recueillies à la station 1 (sous-bassin hydrographique de la rivière des Escoumins, 1982).

	DATE	TUR	COUL	COND	PH	H	CA	MG	NA	K	ALC	SO_4	CL	NO_3	AL;T	AL;S	CU;T	CU;S	FE;T	FE;S
1	82/03/24	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	82/03/25	1.80	40.	10.	6.10	.79	--	--	--	--	218.	40.	--	--	--	--	--	--	--	--
3	82/03/26	1.80	40.	28.	6.50	.32	--	--	--	--	230.	40.	--	--	--	--	--	--	--	--
4	82/03/27	1.40	40.	17.	6.35	.45	--	--	--	--	204.	44.	--	--	--	--	--	--	--	--
5	82/03/28	1.60	50.	30.	6.40	.40	--	--	--	--	200.	52.	--	--	--	--	--	--	--	--
6	82/03/29	1.60	50.	31.	6.40	.40	--	--	--	--	196.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
7	82/03/30	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8	82/03/31	1.80	50.	30.	6.35	.45	--	--	--	--	204.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
9	82/04/01	1.60	50.	30.	6.30	.50	--	--	--	--	204.	48.	--	--	--	--	--	--	--	--
10	82/04/02	1.40	50.	28.	6.45	.35	--	--	--	--	204.	64.	--	--	--	--	--	--	--	--
11	82/04/03	1.60	50.	32.	6.35	.45	--	--	--	--	198.	56.	--	--	--	--	--	--	--	--
12	82/04/04	1.80	50.	30.	6.30	.50	--	--	--	--	204.	60.	--	--	--	--	--	--	--	--
13	82/04/05	2.40	50.	30.	6.42	.38	--	--	--	--	208.	56.	--	--	--	--	--	--	--	--
14	82/04/06	2.00	50.	30.	6.40	.40	--	--	--	--	194.	56.	--	--	--	--	--	--	--	--
15	82/04/07	1.80	50.	26.	6.40	.40	--	--	--	--	192.	58.	--	--	--	--	--	--	--	--
16	82/04/08	1.70	50.	30.	6.37	.43	--	--	--	--	208.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
17	82/04/09	1.80	50.	31.	6.29	.51	--	--	--	--	204.	58.	--	--	--	--	--	--	--	--
18	82/04/10	2.20	50.	30.	6.20	.63	--	--	--	--	158.	68.	--	--	--	--	--	--	--	--
19	82/04/11	2.00	50.	31.	6.40	.40	--	--	--	--	212.	64.	--	--	--	--	--	--	--	--
20	82/04/12	2.00	50.	31.	6.45	.35	--	--	--	--	212.	58.	--	--	--	--	--	--	--	--
21	82/04/13	2.20	50.	30.	6.47	.34	--	--	--	--	212.	60.	--	--	--	--	--	--	--	--
22	82/04/14	2.10	50.	30.	6.27	.54	--	--	--	--	216.	67.	--	--	--	--	--	--	--	--
23	82/04/15	2.30	50.	32.	6.48	.33	--	--	--	--	224.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
24	82/04/16	2.40	50.	32.	6.41	.39	--	--	--	--	200.	50.	--	--	--	--	--	--	--	--
25	82/04/17	1.80	50.	30.	6.30	.50	--	--	--	--	204.	83.	--	--	--	--	--	--	--	--
26	82/04/18	1.70	50.	32.	6.07	.85	--	--	--	--	152.	83.	--	--	--	--	--	--	--	--
27	82/04/19	1.70	50.	34.	6.91	1.23	--	--	--	--	104.	110.	--	--	--	--	--	--	--	--
28	82/04/20	2.40	50.	30.	6.90	1.26	--	--	--	--	84.	110.	--	--	--	--	--	--	--	--
29	82/04/21	1.90	50.	30.	6.98	1.05	--	--	--	--	106.	89.	--	--	--	--	--	--	--	--
30	82/04/22	2.40	50.	30.	6.97	1.07	--	--	--	--	148.	83.	--	--	--	--	--	--	--	--
31	82/04/23	2.50	50.	30.	6.07	.85	--	--	--	--	118.	83.	--	--	--	--	--	--	--	--
32	82/04/24	2.20	50.	30.	6.05	.89	--	--	--	--	136.	77.	--	--	--	--	--	--	--	--
33	82/04/25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
34	82/04/26	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
35	82/04/27	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
36	82/04/28	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Annexe 2. Résultats bruts concernant les eaux de surface recueillies à la station 2 (rivière des Escoumins, 1982).

	DATE	TUR	COUL	COND	PH	H	CA	MG	NA	K	ALC	SO_4	CL	NO_3	AL;T	AL;S	CU;T	CU;S	FE;T	FE;S
1	82/03/24	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	82/03/25	.22	30.	15.	6.40	.40	--	--	--	--	96.	37.	--	--	--	--	--	--	--	--
3	82/03/26	.32	30.	20.	6.50	.32	--	--	--	--	104.	31.	--	--	--	--	--	--	--	--
4	82/03/27	.52	25.	21.	6.50	.32	--	--	--	--	96.	52.	--	--	--	--	--	--	--	--
5	82/03/28	.48	30.	23.	6.48	.33	--	--	--	--	100.	42.	--	--	--	--	--	--	--	--
6	82/03/29	.32	30.	22.	6.40	.40	--	--	--	--	114.	40.	--	--	--	--	--	--	--	--
7	82/03/30	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8	82/03/31	.52	40.	21.	6.50	.32	--	--	--	--	92.	50.	--	--	--	--	--	--	--	--
9	82/04/01	.68	40.	22.	6.50	.32	--	--	--	--	108.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
10	82/04/02	.54	40.	20.	6.55	.28	--	--	--	--	104.	67.	--	--	--	--	--	--	--	--
11	82/04/03	.74	40.	22.	6.50	.32	--	--	--	--	92.	58.	--	--	--	--	--	--	--	--
12	82/04/04	.50	35.	20.	6.55	.28	--	--	--	--	98.	48.	--	--	--	--	--	--	--	--
13	82/04/05	.48	30.	20.	6.65	.22	--	--	--	--	94.	44.	--	--	--	--	--	--	--	--
14	82/04/06	.74	30.	20.	6.63	.23	--	--	--	--	98.	44.	--	--	--	--	--	--	--	--
15	82/04/07	.70	30.	22.	6.50	.32	--	--	--	--	92.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
16	82/04/08	.82	30.	20.	6.67	.21	--	--	--	--	100.	46.	--	--	--	--	--	--	--	--
17	82/04/09	.92	30.	21.	6.60	.25	--	--	--	--	94.	60.	--	--	--	--	--	--	--	--
18	82/04/10	.70	35.	20.	6.58	.26	--	--	--	--	96.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
19	82/04/11	.70	35.	22.	6.60	.25	--	--	--	--	96.	50.	--	--	--	--	--	--	--	--
20	82/04/12	.94	35.	21.	6.58	.26	--	--	--	--	104.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
21	82/04/13	.80	30.	21.	6.60	.25	--	--	--	--	102.	46.	--	--	--	--	--	--	--	--
22	82/04/14	.64	30.	20.	6.49	.32	--	--	--	--	102.	50.	--	--	--	--	--	--	--	--
23	82/04/15	.88	35.	21.	6.60	.26	--	--	--	--	102.	52.	--	--	--	--	--	--	--	--
24	82/04/16	.82	30.	22.	6.49	.32	--	--	--	--	88.	71.	--	--	--	--	--	--	--	--
25	82/04/17	.72	35.	20.	6.59	.26	--	--	--	--	98.	52.	--	--	--	--	--	--	--	--
26	82/04/18	.44	35.	21.	6.47	.23	--	--	--	--	96.	56.	--	--	--	--	--	--	--	--
27	82/04/19	.42	35.	20.	6.49	.32	--	--	--	--	94.	52.	--	--	--	--	--	--	--	--
28	82/04/20	.40	35.	20.	6.47	.34	--	--	--	--	84.	69.	--	--	--	--	--	--	--	--
29	82/04/21	.46	35.	23.	6.47	.34	--	--	--	--	92.	69.	--	--	--	--	--	--	--	--
30	82/04/22	.84	35.	21.	6.51	.31	--	--	--	--	100.	77.	--	--	--	--	--	--	--	--
31	82/04/23	.55	35.	21.	6.59	.26	--	--	--	--	92.	62.	--	--	--	--	--	--	--	--
32	82/04/24	.70	35.	23.	6.53	.30	--	--	--	--	94.	56.	--	--	--	--	--	--	--	--
33	82/04/25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
34	82/04/26	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
35	82/04/27	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
36	82/04/28	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Annexe 3. Résultats bruts concernant les eaux de surface recueillies à la station 3 (sous-bassin hydrographique de la rivière des Escoumins, 1982).

	DATE	TUR	COUL	COND	PH	H	CA	MG	NA	K	ALC	SO_4	CL	NO_3	AL;T	AL;S	CU;T	CU;S	FE;T	FE;S
1	82/03/24	.28	20.	20.	6.10	.79	100.	52.	26.	16.	128.	102.	--	--	156.	150.	4.9	2.0	--	--
2	82/03/25	.30	20.	18.	6.40	.40	105.	56.	25.	15.	146.	67.	--	--	182.	130.	12.5	6.5	--	--
3	82/03/26	.40	20.	28.	6.40	.40	85.	47.	19.	14.	140.	62.	--	--	220.	93.	8.7	3.5	--	--
4	82/03/27	.50	20.	20.	6.50	.32	105.	54.	23.	17.	132.	79.	--	--	158.	107.	9.7	5.3	--	--
5	82/03/28	1.30	20.	30.	6.55	.28	100.	54.	18.	13.	136.	81.	--	--	230.	120.	21.5	5.5	--	--
6	82/03/29	1.80	25.	30.	6.58	.26	110.	58.	23.	15.	166.	92.	--	--	340.	166.	7.7	3.0	--	--
7	82/03/30	.60	20.	32	6.60	25	115.	62.	28.	15.	164.	79.	--	--	120.	112.	6.5	3.5	--	--
8	82/03/31	.97	25.	30.	6.50	.32	105.	57.	36.	23.	154.	62.	--	--	245.	95.	11.7	7.6	--	--
9	82/04/01	.88	25.	28.	6.60	.25	105.	53.	21.	13.	132.	83.	--	--	249.	76.	11.6	3.4	--	--
10	82/04/02	.88	25.	29.	6.70	.20	110.	58.	22.	15.	152.	73.	--	--	160.	120.	5.0	2.0	--	--
11	82/04/03	.92	20.	30.	6.60	.25	120.	65.	41.	18.	148.	73.	--	--	117.	90.	5.7	3.0	--	--
12	82/04/04	.76	20.	29.	6.70	.20	135.	65.	37.	16.	152.	62.	--	--	111.	85.	10.1	8.2	--	--
13	82/04/05	.72	25.	28.	6.72	.19	130.	65.	36.	16.	148.	54.	--	--	195.	65.	21.4	3.5	--	--
14	82/04/06	1.10	20.	30.	6.73	.19	125.	65.	38.	17.	136.	48.	--	--	90.	85.	11.5	3.6	--	--
15	82/04/07	.76	20.	31.	6.78	.17	130.	66.	40.	16.	148.	64.	--	--	105.	75.	19.2	2.5	--	--
16	82/04/08	1.10	20.	30.	6.78	.17	130.	61.	39.	17.	152.	58.	--	--	145.	57.	11.3	2.0	--	--
17	82/04/09	1.10	20.	32.	6.70	.20	135.	65.	44.	18.	158.	77.	--	--	20.	13.	2.0	2.0	--	--
18	82/04/10	1.10	20.	30.	6.65	.22	135.	62.	37.	16.	144.	58.	--	--	74.	64.	5.2	5.5	--	--
19	82/04/11	1.00	20.	31.	6.70	.20	145.	69.	50.	18.	142.	58.	--	--	113.	76.	8.7	3.3	--	--
20	82/04/12	1.10	20.	30.	6.73	.19	135.	65.	45.	18.	146.	52.	--	--	120.	60.	9.7	4.7	--	--
21	82/04/13	1.40	20.	31.	6.70	.20	135.	65.	40.	16.	150.	52.	--	--	95.	88.	7.5	3.8	--	--
22	82/04/14	1.00	20.	30.	6.58	.26	140.	58.	34.	15.	156.	50.	--	--	108.	80.	9.2	4.2	--	--
23	82/04/15	1.10	20.	30.	6.64	.23	135.	62.	36.	15.	152.	64.	--	--	160.	70.	17.2	2.4	--	--
24	82/04/16	.90	20.	30.	6.56	.28	125.	61.	31.	14.	136.	67.	--	--	228.	96.	28.6	1.0	--	--
25	82/04/17	1.00	20.	29.	6.49	.32	155.	66.	43.	14.	124.	83.	17.	31.	110.	109.	5.0	5.0	133.	73.
26	82/04/18	.38	30.	27.	6.49	.32	110.	53.	23.	13.	108.	69.	--	--	135.	83.	9.9	2.0	--	--
27	82/04/19	.52	40.	31.	6.30	.50	210.	63.	30.	22.	104.	83.	--	--	180.	156.	3.5	2.0	--	--
28	82/04/20	.58	40.	34.	6.28	.52	130.	58.	26.	22.	88.	89.	--	--	285.	140.	12.2	2.5	--	--
29	82/04/21	.56	30.	30.	6.39	.41	105.	53.	33.	17.	102.	98.	--	--	123.	90.	4.2	2.2	--	--
30	82/04/22	.48	35.	28.	6.39	.41	100.	53.	32.	15.	106.	77.	--	--	129.	83.	2.0	2.0	--	--
31	82/04/23	.48	30.	28.	6.49	.32	105.	53.	34.	14.	122.	77.	--	--	96.	93.	2.0	2.0	--	--
32	82/04/24	.50	25.	29.	6.51	.31	140.	55.	26.	14.	110.	77.	21.	21.	155.	93.	12.2	2.0	119.	64.
33	82/04/25	.62	25.	30.	6.30	.50	115.	54.	37.	14.	102.	77.	--	--	86.	50.	3.0	2.0	--	--
34	82/04/26	.84	30.	28.	6.18	.66	100.	48.	29.	15.	102.	71.	--	--	148.	117.	6.0	2.0	--	--
35	82/04/27	.50	30.	30.	6.11	.78	115.	48.	27.	15.	88.	79.	--	--	230.	120.	5.7	2.0	--	--
36	82/04/28	.52	40.	30.	6.11	.78	105.	53.	28.	24.	76.	79.	--	--	213.	243.	2.0	2.0	--	--

Annexe 4. Résultats bruts concernant les eaux de surface recueillies à la station 4 (rivière des Escoumins, 1982).

	DATE	TUR	COUL	COND	PH	H	CA	MG	NA	K	ALC	SO_4	CL	NO_3	AL;T	AL;S	CU;T	CU;S	FE;T	FE;S
1	82/03/24	2.80	40.	15.	5.90	1.26	--	--	--	--	104.	56.	--	--	--	--	--	--	--	--
2	82/03/25	1.20	30.	25.	6.60	.25	--	--	--	--	140.	83.	--	--	--	--	--	--	--	--
3	82/03/26	.40	25.	26.	6.70	.20	--	--	--	--	144.	64.	--	--	--	--	--	--	--	--
4	82/03/27	.60	20.	21.	6.10	.79	--	--	--	--	36.	77.	--	--	--	--	--	--	--	--
5	82/03/28	1.20	30.	21.	6.90	.32	--	--	--	--	116.	89.	--	--	--	--	--	--	--	--
6	82/03/29	2.10	25.	30.	6.60	.25	--	--	--	--	152.	71.	--	--	--	--	--	--	--	--
7	82/03/30	.60	40.	32	6.55	.28	--	--	--	--	144.	79	--	--	--	--	--	--	--	--
8	82/03/31	.54	50.	28.	6.50	.32	--	--	--	--	136.	98.	--	--	--	--	--	--	--	--
9	82/04/01	.90	40.	23.	6.55	.28	--	--	--	--	104.	83.	--	--	--	--	--	--	--	--
10	82/04/02	.80	40.	28.	6.58	.26	--	--	--	--	116.	104.	--	--	--	--	--	--	--	--
11	82/04/03	.90	40.	28.	6.60	.25	--	--	--	--	118.	77.	--	--	--	--	--	--	--	--
12	82/04/04	.68	40.	25.	6.60	.25	--	--	--	--	116.	58.	--	--	--	--	--	--	--	--
13	82/04/05	.68	40.	23.	6.65	.22	--	--	--	--	104.	71.	--	--	--	--	--	--	--	--
14	82/04/06	.86	35.	25.	6.62	.24	--	--	--	--	104.	56.	--	--	--	--	--	--	--	--
15	82/04/07	.94	40.	25.	6.60	.25	--	--	--	--	104.	56.	--	--	--	--	--	--	--	--
16	82/04/08	.92	35.	24.	6.69	.20	--	--	--	--	108.	58.	--	--	--	--	--	--	--	--
17	82/04/09	.90	35.	25.	6.65	.22	--	--	--	--	106.	62.	--	--	--	--	--	--	--	--
18	82/04/10	.93	35.	23.	6.50	.32	--	--	--	--	98.	44.	--	--	--	--	--	--	--	--
19	82/04/11	.92	35.	25.	6.63	.23	--	--	--	--	108.	52.	--	--	--	--	--	--	--	--
20	82/04/12	.79	35.	29.	6.60	.25	--	--	--	--	122.	71.	--	--	--	--	--	--	--	--
21	82/04/13	.94	35.	26.	6.60	.25	--	--	--	--	106.	62.	--	--	--	--	--	--	--	--
22	82/04/14	.82	35.	23.	6.37	.43	--	--	--	--	102.	58.	--	--	--	--	--	--	--	--
23	82/04/15	1.00	35.	25.	6.59	.26	--	--	--	--	104.	69.	--	--	--	--	--	--	--	--
24	82/04/16	.74	35.	25.	6.45	.35	--	--	--	--	88.	58.	--	--	--	--	--	--	--	--
25	82/04/17	.68	35.	23.	6.42	.38	--	--	--	--	78.	60.	--	--	--	--	--	--	--	--
26	82/04/18	.37	--	18.	--	--	--	--	--	--	102.	40.	--	--	--	--	--	--	--	--
27	82/04/19	.34	35.	20.	6.50	.32	--	--	--	--	92.	60.	--	--	--	--	--	--	--	--
28	82/04/20	.56	40.	25.	6.33	.47	--	--	--	--	82.	77.	--	--	--	--	--	--	--	--
29	82/04/21	.58	35.	22.	6.38	.42	--	--	--	--	72.	77.	--	--	--	--	--	--	--	--
30	82/04/22	.73	35.	21.	6.50	.32	--	--	--	--	98.	67.	--	--	--	--	--	--	--	--
31	82/04/23	.75	35.	22.	6.53	.30	--	--	--	--	98.	67.	--	--	--	--	--	--	--	--
32	82/04/24	.94	40.	24.	6.43	.37	--	--	--	--	82.	77.	--	--	--	--	--	--	--	--
33	82/04/25	.64	30.	24.	6.42	.38	--	--	--	--	92.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
34	82/04/26	.98	40.	23.	6.32	.48	--	--	--	--	92.	69.	--	--	--	--	--	--	--	--
35	82/04/27	2.20	35.	23.	6.28	.52	--	--	--	--	80.	56.	--	--	--	--	--	--	--	--
36	82/04/28	1.80	40.	20.	6.30	.50	--	--	--	--	74.	44.	--	--	--	--	--	--	--	--

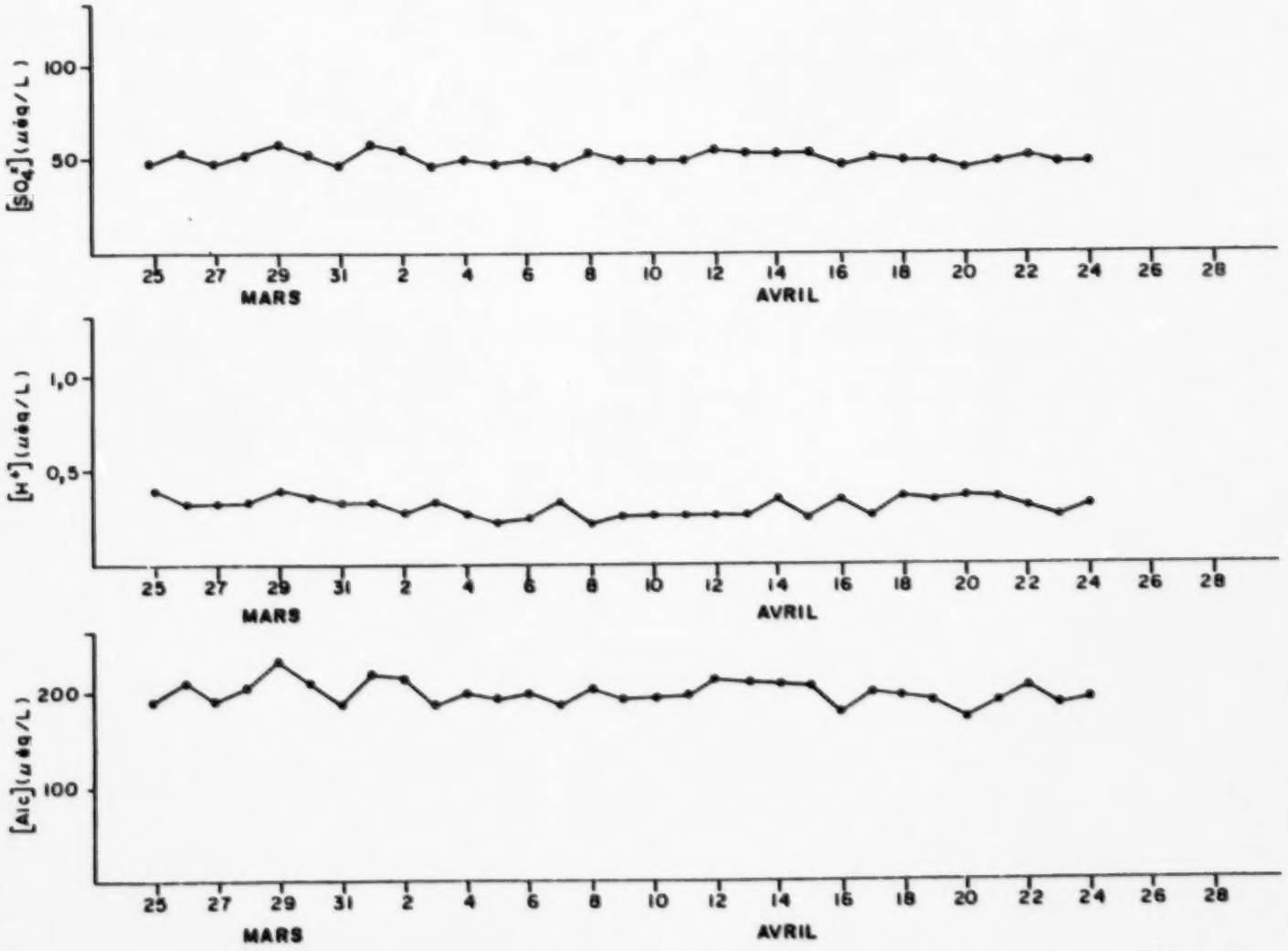
Annexe 5. Résultats bruts concernant les eaux de surface recueillies à la station 5 (sous-bassin hydrographique de la rivière des Escoumins, 1982).

	DATE	TUR	COUL	COND	PH	H	CA	MG	NA	K	ALC	SO_4	CL	NO_3	AL;T	AL;S	CU;T	CU;S	FE;T	FE;S
1	82/03/24	.12	40.	15.	5.95	1.12	--	--	--	--	78.	42.	--	--	--	--	--	--	--	--
2	82/03/25	.10	40.	15.	6.30	.50	--	--	--	--	94.	37.	--	--	--	--	--	--	--	--
3	82/03/26	.22	40.	19.	6.40	.40	--	--	--	--	86.	31.	--	--	--	--	--	--	--	--
4	82/03/27	.24	40.	20.	6.40	.40	--	--	--	--	98.	42.	--	--	--	--	--	--	--	--
5	82/03/28	.39	40.	20.	6.40	.40	--	--	--	--	92.	35.	--	--	--	--	--	--	--	--
6	82/03/29	.58	40.	20.	6.38	.42	--	--	--	--	104.	40.	--	--	--	--	--	--	--	--
7	82/03/30	.40	40.	21.	6.40	.40	--	--	--	--	92.	40.	--	--	--	--	--	--	--	--
8	82/03/31	.26	50.	20.	6.40	.40	--	--	--	--	96.	46.	--	--	--	--	--	--	--	--
9	82/04/01	.45	50.	20.	6.40	.40	--	--	--	--	96.	48.	--	--	--	--	--	--	--	--
10	82/04/02	.47	50.	20.	6.40	.40	--	--	--	--	96.	50.	--	--	--	--	--	--	--	--
11	82/04/03	.49	40.	21.	6.40	.40	--	--	--	--	100.	56.	--	--	--	--	--	--	--	--
12	82/04/04	.40	40.	20.	6.45	.35	--	--	--	--	104.	40.	--	--	--	--	--	--	--	--
13	82/04/05	.42	40.	20.	6.50	.32	--	--	--	--	92.	46.	--	--	--	--	--	--	--	--
14	82/04/06	.76	35.	21.	6.50	.32	--	--	--	--	90.	46.	--	--	--	--	--	--	--	--
15	82/04/07	.86	40.	20.	6.50	.32	--	--	--	--	88.	52.	--	--	--	--	--	--	--	--
16	82/04/08	.54	40.	21.	6.53	.30	--	--	--	--	104.	42.	--	--	--	--	--	--	--	--
17	82/04/09	.82	40.	21.	6.50	.32	--	--	--	--	92.	44.	--	--	--	--	--	--	--	--
18	82/04/10	.72	40.	23.	6.41	.39	--	--	--	--	92.	42.	--	--	--	--	--	--	--	--
19	82/04/11	.65	40.	20.	6.50	.32	--	--	--	--	98.	52.	--	--	--	--	--	--	--	--
20	82/04/12	.63	40.	21.	6.48	.33	--	--	--	--	96.	42.	--	--	--	--	--	--	--	--
21	82/04/13	.72	40.	22.	6.47	.34	--	--	--	--	96.	44.	--	--	--	--	--	--	--	--
22	82/04/14	.48	40.	22.	6.39	.41	--	--	--	--	96.	46.	--	--	--	--	--	--	--	--
23	82/04/15	.82	40.	21.	6.43	.37	--	--	--	--	102.	48.	--	--	--	--	--	--	--	--
24	82/04/16	.44	40.	20.	6.33	.47	--	--	--	--	92.	48.	--	--	--	--	--	--	--	--
25	82/04/17	.56	40.	21.	6.39	.41	--	--	--	--	94.	52.	--	--	--	--	--	--	--	--
26	82/04/18	.34	40	20.	6.38	.42	--	--	--	--	90.	42.	--	--	--	--	--	--	--	--
27	82/04/19	.38	40.	21.	6.42	.38	--	--	--	--	90.	42.	--	--	--	--	--	--	--	--
28	82/04/20	.48	40.	22.	6.39	.41	--	--	--	--	88.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
29	82/04/21	.36	40.	23.	6.39	.41	--	--	--	--	92.	56.	--	--	--	--	--	--	--	--
30	82/04/22	.37	40.	21.	6.38	.42	--	--	--	--	82.	64.	--	--	--	--	--	--	--	--
31	82/04/23	.38	40.	22.	6.41	.39	--	--	--	--	96.	50.	--	--	--	--	--	--	--	--
32	82/04/24	.45	40.	24.	6.38	.42	--	--	--	--	84.	52.	--	--	--	--	--	--	--	--
33	82/04/25	.38	40.	24.	6.30	.50	--	--	--	--	82.	58.	--	--	--	--	--	--	--	--
34	82/04/26	.70	40.	24.	6.32	.48	--	--	--	--	88.	71.	--	--	--	--	--	--	--	--
35	82/04/27	.55	40.	24.	6.12	.76	--	--	--	--	88.	69.	--	--	--	--	--	--	--	--
36	82/04/28	.48	40.	24.	6.29	.51	--	--	--	--	84.	58.	--	--	--	--	--	--	--	--

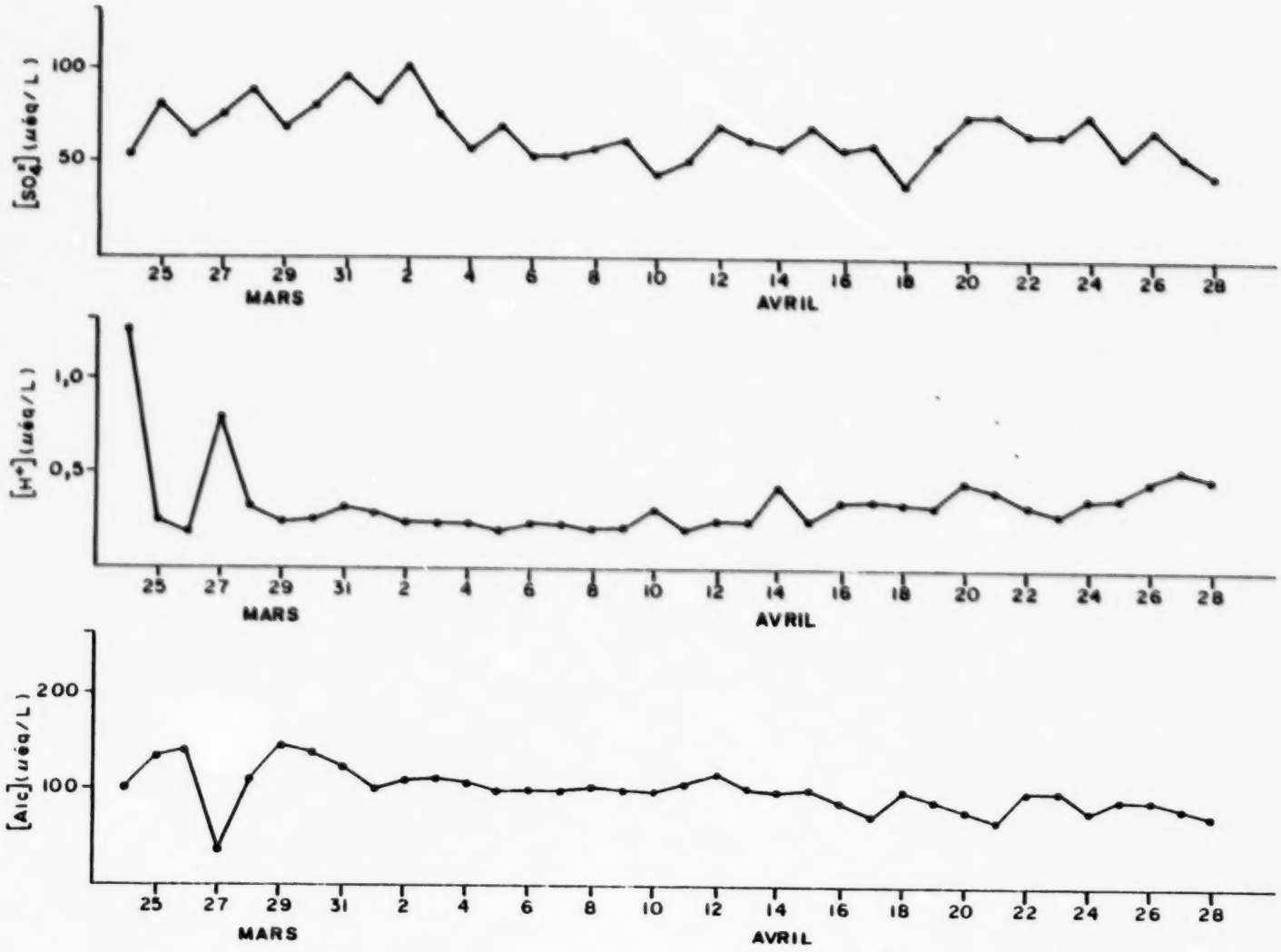
Annexe 6. Résultats bruts concernant les eaux de surface recueillies à la station 6 (rivière des Escoumins, 1982).

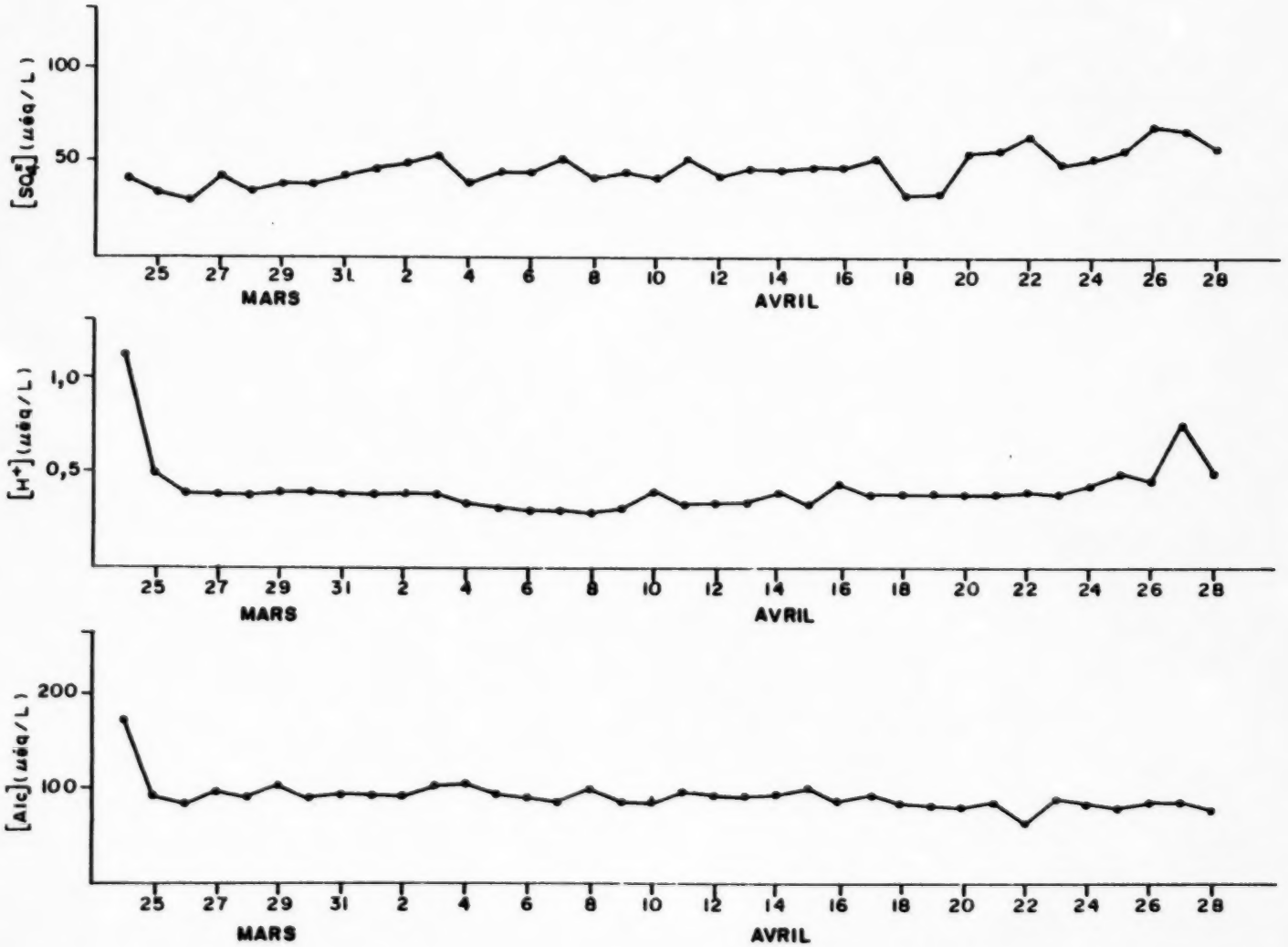
	DATE	TUR	COUL	COND	PH	H	CA	MG	NA	K	ALC	SO_4	CL	NO_3	AL;T	AL;S	CU;T	CU;S	FE;T	FE;S
1	82/03/24	.20	25.	20.	5.90	1.26	--	--	--	--	100.	42.	--	--	--	--	--	--	--	--
2	82/03/25	.16	25.	13.	6.40	.40	--	--	--	--	102.	27.	--	--	--	--	--	--	--	--
3	82/03/26	.33	30.	21.	6.50	.32	--	--	--	--	102.	46.	--	--	--	--	--	--	--	--
4	82/03/27	.36	25.	23.	6.50	.32	--	--	--	--	112.	44.	--	--	--	--	--	--	--	--
5	82/03/28	.52	30.	23.	6.55	.28	--	--	--	--	104.	46.	--	--	--	--	--	--	--	--
6	82/03/29	.34	40.	23.	6.50	.32	--	--	--	--	114.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
7	82/03/30	.37	30.	22.	6.50	.32	--	--	--	--	108.	44.	--	--	--	--	--	--	--	--
8	82/03/31	.50	40.	22.	6.50	.32	--	--	--	--	104.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
9	82/04/01	.54	40.	22.	6.50	.32	--	--	--	--	106.	64.	--	--	--	--	--	--	--	--
10	82/04/02	.52	40.	22.	6.55	.28	--	--	--	--	118.	46.	--	--	--	--	--	--	--	--
11	82/04/03	.55	40.	22.	6.50	.32	--	--	--	--	118.	60.	--	--	--	--	--	--	--	--
12	82/04/04	.50	35.	22.	6.55	.28	--	--	--	--	104.	52.	--	--	--	--	--	--	--	--
13	82/04/05	.48	40.	20.	6.60	.25	--	--	--	--	108.	42.	--	--	--	--	--	--	--	--
14	82/04/06	.68	35.	22.	6.65	.22	--	--	--	--	102.	48.	--	--	--	--	--	--	--	--
15	82/04/07	.78	35.	22.	6.60	.25	--	--	--	--	92.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
16	82/04/08	.65	40.	23.	6.65	.22	--	--	--	--	108.	50.	--	--	--	--	--	--	--	--
17	82/04/09	.92	35.	22.	6.70	.20	--	--	--	--	112.	48.	--	--	--	--	--	--	--	--
18	82/04/10	.80	35.	21.	6.53	.30	--	--	--	--	92.	44.	--	--	--	--	--	--	--	--
19	82/04/11	.85	35.	22.	6.70	.20	--	--	--	--	112.	60.	--	--	--	--	--	--	--	--
20	82/04/12	.66	35.	21.	6.59	.26	--	--	--	--	112.	42.	--	--	--	--	--	--	--	--
21	82/04/13	.70	35.	22.	6.59	.26	--	--	--	--	108.	50.	--	--	--	--	--	--	--	--
22	82/04/14	.62	35.	23.	6.50	.32	--	--	--	--	98.	42.	--	--	--	--	--	--	--	--
23	82/04/15	.90	35.	23.	6.55	.28	--	--	--	--	104.	54.	--	--	--	--	--	--	--	--
24	82/04/16	.74	35.	23.	6.55	.28	--	--	--	--	102.	58.	--	--	--	--	--	--	--	--
25	82/04/17	.96	35.	22.	6.50	.32	--	--	--	--	104.	50.	--	--	--	--	--	--	--	--
26	82/04/18	.41	35	23.	6.44	.36	--	--	--	--	102.	48.	--	--	--	--	--	--	--	--
27	82/04/19	.43	40.	21.	6.42	.38	--	--	--	--	86.	52.	--	--	--	--	--	--	--	--
28	82/04/20	.38	40.	23.	6.46	.35	--	--	--	--	98.	69.	--	--	--	--	--	--	--	--
29	82/04/21	.36	40.	23.	6.47	.34	--	--	--	--	84.	48.	--	--	--	--	--	--	--	--
30	82/04/22	.46	40.	21.	6.48	.33	--	--	--	--	84.	67.	--	--	--	--	--	--	--	--
31	82/04/23	.54	40.	22.	6.50	.32	--	--	--	--	96.	52.	--	--	--	--	--	--	--	--
32	82/04/24	.55	40.	24.	6.45	.35	--	--	--	--	84.	58.	--	--	--	--	--	--	--	--
33	82/04/25	.85	40.	24.	6.40	.40	--	--	--	--	92.	62.	--	--	--	--	--	--	--	--
34	82/04/26	.62	40.	24.	6.30	.50	--	--	--	--	84.	62.	--	--	--	--	--	--	--	--
35	82/04/27	.48	40.	23.	6.32	.48	--	--	--	--	94.	73.	--	--	--	--	--	--	--	--
36	82/04/28	.50	40.	23.	6.31	.49	--	--	--	--	94.	60.	--	--	--	--	--	--	--	--

ANNEXE 7. EVOLUTION TEMPORELLE DES SULFATES, DES IONS HYDROGENE ET DE L'ALCALINITE A LA STATION 2 (RIVIERE DES ESCOUMINS, 1982).



ANNEXE 8. EVOLUTION TEMPORELLE DES SULFATES, DES IONS HYDROGENE ET DE L'ALCALINITE A LA STATION 4 (RIVIERE DES ESCOUMINS, 1982).



MARS AVRIL

ANNEXE 9. EVOLUTION TEMPORELLE DES SULFATES, DES IONS HYDROGENE ET DE L'ALCALINITE A LA STATION 5 (SOUS-BASSIN DE LA RIVIERE DES ESCOUMINS, 1982).